الجمهورية العربية السورية

جامعة حلب

كلية الهندسة الميكانيكية

تأثير المتغيرات الهندسية لاسطوانات طحن حبوب القمح و تسلسل العمليات التكنولوجية على إنتاج الدقيق التمويني

The influence of engineering parameters of wheat mill rolls and the technical operation series on the production of popular flour

بحث أعد لنيل رسالة الماجستير

م.عبير مكانسي

بإشراف

الأستاذ الدكتور زاهي اسبيرو

201١ - مـ 1431هـ

شهادة

أشهد أن العمل الموصوف في هذه الرسالة هو نتيجة بحث علمي قامت به المرشحة المهندسة **عبير مكانسي** طالبة الماجستير في قسم الآلات الزراعية في كلية الهندسة الميكانيكية بجامعة حلب بإشراف الدكتور المهندس **زاهي اسبيرو** الأستاذ في قسم الآلات الزراعية في كلية الهندسة الميكانيكية بجامعة حلب ، وأن أية مراجع ذكرت في هذا العمل موثقة في نص هذه الرسالة.

المرشحة

المهندسة عبير مكانسي

طالبة ماجستير في قسم الآلات الزراعية

كلية الهندسة الميكانيكية- جامعة حلب

المشرف

الدكتور المهندس زاهي اسبيرو

أستاذ في قسم الآلات الزراعية

كلية الهندسة الميكانيكية – جامعة حلب

تصريح

أصرح أن هذا البحث بعنوان :

"تأثير المتغيرات الهندسية لاسطوانات طحن حبوب القمح و تسلسل العمليات التكنولوجية على إنتاج الدقيق التمويني "

لم يسبق له أن قبل للحصول على شهادة ولا هو مقدم حالياً للحصول على شهادة أخرى.

المرشحة

المهندسة عبير مكانسي

طالبة ماجستير في قسم الآلات الزراعية

كلية الهندسة الميكانيكية- جامعة حلب

المشرف

الدكتور المهندس زاهي اسبيرو

أستاذ في قسم الآلات الزراعية

كلية الهندسة الميكانيكية – جامعة حلب

شكر وإهداء

اهدي عملي إلى روح والدي الطاهرة

الذي طالما شجعني ودفعني إلى العلم

وإلى أمي وزوجي وابني

الذين ساندوني وأعطوني القوة والدفع لأكمل هذه الرسالة

وأتوجه بالشكر إلى د. زاهي اسبيرو لدعمه ومساعدته الكبيرة في انجاز هذا البحث، وإلى السادة:

السيد زكريا العيس مدير فرع مطاحن حلب وم. هشام نجار مدير مطحنة خان طومان، ود جمعة الحسين، والسادة المخبريين والعاملين في مطحنة خان طومان والجلاء ومنبج، ومخبريي مطحنة خلوف لمساعدتهم الكبيرة في البحث على الرغم من صعوبة العمل .

والسادة الدكاترة د. صلاح حاج عمر ود. محمد عثمان في مخبر الكيمياء لمساعدتي في الاختبارات الكيميائية .

م عبير مكانسي

الجمهورية العربية السورية

جامعة حلب

كلية الهندسة الميكانيكية

تأثير المتغيرات الهندسية لاسطوانات طحن حبوب القمح و تسلسل العمليات التكنولوجية على إنتاج الدقيق التمويني

The influence of engineering parameters of wheat mill rolls and the technical operation series on the production of popular flour

بحث أعد لنيل رسالة الماجستير

م.عبير مكانسي

بإشراف

الأستاذ الدكتور زاهي اسبيرو

1431هـ - 2011 مـ

Aleppo University

Mechanical Engineering

Agriculture Engineering department

The influence of engineering parameters of wheat mill rolls and the technical operation series on the production of popular flour

Abeer Makansy

Postgraduate Student (MSc.)

Thesis Supervisor: Dr Zahy Esbero

2011 - مـ 1431هـ

ملخص

يهدف البحث إلى اقتراح نظام عمل أمثل لتجنب عيوب الطحن في مطاحن القمح و رفع مستويات استخلاص الدقيق التمويني مع الحفاظ على خواص الدقيق ضمن المواصفات القياسية السورية و تقليل الهدر في مادة القمح و تخفيض التكاليف الإنتاجية .

وفي الدراسة محوران:

المحور الأول :بشقين الشق الأول مقارنة نظامي طحن مختلفين و ذلك لمطحنتين تعملان بأسلوبين مختلفين و اجراء اختبارات للمنتجات الناتجة بعد كل مرحلة طحن ومن ثم تقييم خواص الدقيق الناتج عن كل مرحلة بما فيها الرماد و اللون و الرطوبة و الحموضة والغلوتين، و رسم منحني الرماد التكاملي لكليهما ليساعد في الضبط المسبق لنوع الدقيق (خاصية الرماد) حسب الاستخراج المطلوب.و محاكاة النتائج و مقارنتها لتحديد الأفضل.

و الشق الثاني دراسة تأثير تغيير بعض البارامترات على الدقيق الناتج كماً و نوعاً.

المحور الثاني: عمل طحن اختباري لدراسة تأثير السرعة و فجوة الطحن على الاستخلاص وخواص الدقيق.

خطة البحث

دراسة معطيات المطاحن الحكومية المدروسة

الطحن الاختباري بمطحنة اختبارية (مطحنة خلوف)

مقارنة نظامي طحن مختلفين لمطحنتين تعملان بأسلوبين مختلفين (مطحنة خان طومان -مطحنة الشهباء)

تغيير السرعة و فجوة الطحن

معرفة تأثيرها على الاستخلاص و خواص الدقيق

تغيير بارامترات اسطوانة الطحن (الطول الكلي - القطر -التفاوت- عددالاسنان-زاوية السن-ميل الاسنان- توضع الاسطوانات)

استنتاج البارامترات الأمثل للطحن

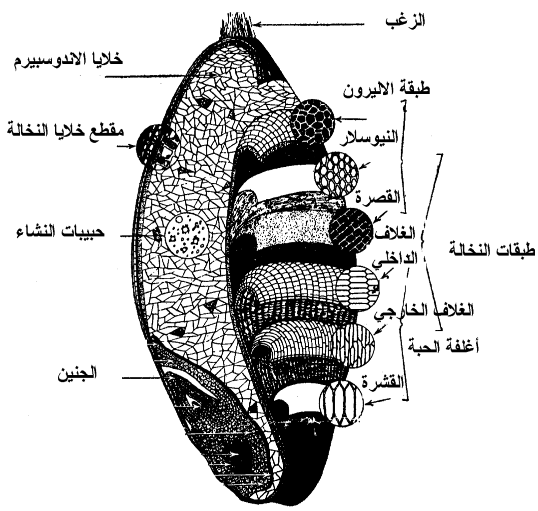
اجراءاختبارات للمنتجات الناتجة بعد كل مرحلة طحن و تقييم خواص الدقيق الناتج عن كل مرحلة

رسم منحني الرماد التكاملي (الضبط المسبق لنوع الدقيق حسب الاستخراج المطلوب)

محاكاة النتائج و مقارنتها لتحديد الأفضل

مقدمة

تتألف حبة القمح من ثلاث طبقات أساسية : النخالة–الاندوسبيرم– الجنين ، الشكل (١–١) يتم استخراج الدقيق من الاندوسبيرم ، و يوجد نسبة من النخالة مسموح توافرها في الدقيق تختلف هذه النسبة باختلاف نوع الدقيق و الغاية منه.



الشكل (١-١) بنية حبة القمح

يتألف القمح بشكل أساسي من النشاء و الغلوتين مع كمية صغيرة من الماء و الدسم والفيتامينات المعادن و الإنزيمات . النشاء هو كربوهيدرات (كربون و هيدروجين وأكسجين) متكونة من جزيئات الغلوكوز المرتبطة معا. بالغلي مع الحمض أو عند هجوم إنزيمات الاميلاس ألفا النشاء يعود ليتحول إلى جزيئات الغلوكوز في الخبز هذه المعادلة تحصل طبيعيا بالاميلاس ألفا لإنتاج الغلوكوز.الغلوتين هو بروتين ،يبين الجدول التالي مكونات الدقيق.

جدول(١–١) مكونات الدقيق

Flour is made up of:	
• Protein	Gluten:Gliadin/Glutenin
• Carbohydrates	Starch, dextrins, pentosans
•Starch:	Amylopectin/Amylose
•Fiber:	Bran / Aleurone- cellulose,hemicelluloses
• Fat:	Germ
• Enzymes	Amylase, protease, lipase, lipoxygenase
• Minerals	Measured as ash
• Moisture:	approximately 14% moisture

صناعة الخبز Making Bread :

يتألف الخبز من الدقيق و الماء وبعض النكهات كالملح و السكر ومحفزات التفاعل الكيماوي

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \xrightarrow{\text{yeast}} 6CO_2 + 6H_2O + \text{energy}$$

glucose + oxygen → carbon dioxide + water

يعتبر الخبز الغذاء الأساسي لشعوب عديدة و لاسيما في البلاد العربية ومن ضمنها سورية ومن هنا تأتي أهمية دراسة زيادة استخلاص الدقيق من القمح للوفر في هذه المادة الهامة.

الفصل الأول :

١ – ١ مواصفات الدقيق:

١–١–١ الرطوبة:

إن طحن القمح بحالته الجافة يؤدي إلى تفتيت القشرة والتصاق هذه الفتافيت بحبيبات الاندوسبيرم مما يؤدي إلى سهولة مرورها من ثقوب المناخل وبالتالي إنتاج دقيق أسمر اللون، كما يؤدي إلى زيادة القوة المحركة اللازمة لآلات الطحن، أما زيادة الرطوبة فتؤدي إلى تكتل حبيبات الاندوسبيرم وتعجنها واختلاطها مع القشرة مما يصعب معه مرورها من ثقوب المناخل وبالتالي تكون الاختناقات وخفض الطاقة الإنتاجية وخفض نسبة الاستخراج فيقوم العامل بشد اسطوانات الطحن أو توسيع الحرير وكلاهما يؤدي إلى إنتاج دقيق رديء المواصفات.

١–١–٢ الغلوتين:

هو بروتين غير قابل للذوبان في الدقيق، عندما يمزج الدقيق مع الماء لعمل العجينة بروتين الغلوتين يرطب و يتفاعل مع بعضه بالخلط، و يشكل صفائح مجهرية قابلة للتشكيل و يكون خلايا مرنة و قابلة للامتداد تحمل الهواء تتمدد مع تمدد الهواء ، فتكون مساعدا" طبيعيا" لتحسين بنية المنتج .

إن كمية الغلوتين وحدها لا تعطي دليلا" نهائيا" على جودة الدقيق، فلنوعية الغلوتين أهمية كبيرة، فقد تكون نسبة الغلوتين المئوية في الدقيق كافية لصناعة الخبز ولكن نوعيته قد تكون سيئة .

١–١–٣ اللون :

تسمح معرفة درجة لون الدقيق بأخذ فكرة عن مدى احتوائه على الأغلفة المسؤولة عن تغير اللون كما تدل على نسبة استخراج الدقيق، فهناك علاقة بين درجة اللون ونوع الدقيق مصنفاً على أساس نسبة الاستخراج كما هو مبين بالجدول (١–٢):

جدول (١-٢)العلاقة بين درجة اللون ونوع الدقيق

نوع الدقيق	درجة اللون
دقيق ممتاز جداً	-1 - 0.5
دقيق ممتاز	0.5 - 1.25
دقيق استخراج (72%)	2 - 4.5
دقيق متوسط (80%)	5 - 7.5
دقيق رديء (83%)	8 - 12.5

لكن هذه الحدود غير ثابتة وتتغير بتغير خلطة الأقماح المكونة للدقيق ونوعيتها وصنفها وحداثة الآلات التي تقوم بالتنظيف ووجود التنظيف بالماء أو التنظيف الجاف.

وهناك عدة عوامل مؤثرة في درجة اللون:

١. نوع الدقيق:يعتمد على نسبة الاستخراج وكفاءة المطحنة في فصل القشرة عن الاندوسبيرم.
٢. درجة الاصفرار:بعض الأقماح تعطي دقيقا" ذا لون أصفر لاحتوائها ملونات طبيعية (كاروتينات ـــ كزانتوفيل ـــ فلافونات)
٣. التحبب: الدقيق الأكثر نعومة يعطي لون أفتح وبالعكس ويعود ذلك إلى أن الظلال المتكون في الحبيبات الكبيرة يكون أكبر وبالتالي يعطي لونا" أغمق.
٤. وجود مواد غريبة: الأوساخ والتعفن وبقايا الحشرات ونفاياتها.

تقوم بعض الشركات بتبييض الدقيق وهذا يعني إزالة تأثير الأصبغة الطبيعية الموجودة فيه كالكزانتوفيل ومشتقاته وذلك لتحسين لون المنتجات النهائية المصنعة . يتم ذلك إما بتخزين الدقيق لفترة من الزمن تختلف حسب ظروف التخزين حيث يؤكسد الأوكسجين الجوي هذه الأصبغة وتصبح عديمة اللون، أو باستخدام المواد الكيميائية (كغاز الكلور) أو مادة (بيرو كسيد البنزويل) ، ويفضل عادة تبييض الدقيق

بالتخزين على الطريقة الكيماوية لما لها من تأثيرات جانبية على نوعية الدقيق التي تؤدي إلى ضعف الغلوتين فتنخفض نوعية الخبز المصنع.

١-١-٤ الرماد:

يتم اختبار الرماد في الدقيق بهدف معرفة نسبة العناصر المعدنية فيه حيث يمكن تكوين فكرة عن نوعية الخبز الذي ينتج عنه لأن هناك ارتباط قوي بين نسبة العناصر المعدنية ونسبة الألياف كما أن هناك بعض المواد المعدنية الضارة بجسم الإنسان.

١-١-٥ تهتك النشاء :

هذه المواصفة هامة جداً للعمليات التصنيعية لمنتجات القمح من البسكويت للمعكرونة للخبز ويختلف أيضاً من الخبز العربي المرقد إلى خبز الصمن كلما زاد تهتك النشاء أدى ذلك إلى زيادة في المقاومة للعجين على جهاز ألفيوكونسستو غراف في حين تضعف المطاطية بشكل كبير علماً بأن صناعة الخبز العربي المرقد و الصمن يحتاج إلى قيم متوازنة من المطاطية والمقاومة وعليه فإنه يمكن التحكم بعملية تهتك النشاء في المطحنة لينتج لدينا دقيقاً حسب الصناعة المرغوبة منه وقد وجد أن تهتك النشاء على جهاز (SDS Matic) للخبز العربي المرقد كان (٢٥,٥) شوبان، وهذا يحقق مطاطية كبيرة ومقاومة متوسطة أما للبسكويت فكان تهتك النشاء الأمثل (١٧-١٨) شوبان وهذا يحقق مطاطية قليلة ومقاومة ضعيفة و للصمن كان(٢٧) شوبان.

١-١-٦ التحبب:

هو درجة نعومة أو خشونة الدقيق و يعتبر صفة هامة من صفات جودة الدقيق ويؤثر التحبب على سرعة امتصاص الدقيق للماء فكلما كانت الحبيبات أكثر نعومة وأكثر نسبة تهتك لحبيبات النشاء كان امتصاصها للماء أسرع وتتكون شبكة الغلوتين بصورة أسرع أما حبيبات النشاء السليمة فإنها تكون أشد مقاومة لعمل الأنزيمات .

ومن المعروف أن النشاط الأنزيمي يحول النشاء إلى سكريات ثنائية فأحادية وينتج عن ذلك مع فعل الخميرة انطلاق غاز CO_2 وعلى ذلك فإن الدقيق الذي يحتوي على نسبة كبيرة من حبيبات النشاء المتهتكة يقوم بإطلاق غاز CO_2 بنسبة أكبر أما ارتفاع نسبة النشاء الخام في الدقيق فيؤدي إلى ارتفاع لزوجة العجين عندما ترتفع درجة حرارته داخل الفرن كنتيجة لعدم تحلل النشاء في أثناء التخمر إلى سكريات أبسط .

ومن خلال الدراسات تبيّن أن تحبب الدقيق مابين (٨٥ –٩٥ /٢٥ – ٤٥) تكون فيه أفضل نسبة من حبيبات النشاء المتهتكة القادرة على إعطاء غاز CO_2 أثناء التخمير وبالتالي فإن الدقيق يكون قادراً على إنتاج الخبز العربي بالجودة المطلوبة ،أما إذا زادت النسبة فإن ذلك يؤثر سلباً على نوعية الخبز الناتج، أما في حال نقصت النسبة فان حبيبات النشاء الخام تكون نسبتها عالية بالدقيق مما يؤدي إلى أن لزوجة الدقيق سترتفع عند ارتفاع درجة حرارة الفرن وسينتج خبز سيء .
يؤثر في تحبب الدقيق بشكل رئيس نوع القمح المطحون حيث إن طحن الأقماح الطرية يؤدي إلى تفتيت الاندوسبيرم إلى حبيبات صغيرة الحجم بينما في الأقماح القاسية تكون العملية أشبة بتكسير الاندوسبيرم إلى حبيبات، كما يجب أن لا تكون هذه الحبيبات صغيرة جداً وخاصة في دقيق الأقماح ضعيفة المستوى البروتيني حيث تمتص حبوب النشاء كميات زائدة من الماء مما يسيء لنوعية العجين وبالتالي للخبز الناتج عنه، كما أن النعومة الزائدة تقوم بتحطيم حبيبات النشاء مما يؤدي إلى زيادة نسبة السكريات الثنائية والأحادية وبالتالي سرعة في تخميرها عند العجن وسرعة في إطلاق الغازات مما يؤدي لعدم قدرة شبكة الغلوتين على الاحتفاظ بها وتخريب العجينة.

١–١–٧ رقم السقوط:

أصبح هذا الاختبار هاماً جدا في الفترة الأخيرة وهو يقيس النشاط الأنزيمي عند عجن الدقيق حيث يؤدي نشاط أنزيمات الألفا أميلاز إلى تقطع الروابط الأفقية و إنتاج غاز co_2 و والديكسترينات فإذا لم تكن الشبكة الغلوتينية قوية بسبب تقطع الروابط فيما بينها فإنها لا تستطيع الاحتفاظ بالغازات المنطلقة من عملية التخمر مما ينتج لدينا خبزاً ملتصق الوجهين . ويحدث الشيء نفسه في خبز الصمن حيث ينتج

خبز صمن ذو لب عجيني ولم يأخذ النضج اللازم أو الشكل أو الحجم المطلوب ، وقد وجد أن أنسب رقم سقوط هو (٢٠٠-٣٥٠) ثانية حيث يكون عندها تحليل النشاء إلى سكر واستهلاك هذا السكر من قبل الخميرة متناسباً فإذا زاد عن ٣٥٠ ثانية فإن النشاط الأنزيمي يكون ضعيفاً وتحلل النشاء يتم ببطء وبالتالي عدم وجود كمية كافية من السكر لنشاط الخميرة مما يعني قلة إنتاج غاز co_2 وبالتالي إنتاج خبز سيء المواصفات أما إذا كان رقم السقوط أقل من ٢٠٠ ثانية فيتم تحلل النشاء إلى سكر بسرعة ويتم استنفاذ السكر من قبل الخميرة في مراحل التخمير الأولى وإنتاج غاز co_2 بكثرة قبل تشكل الشبكة الغلوتينية وبالتالي تسرب الغاز إلى خارج العجين كما يؤدي إلى عدم وجود مصدر للخميرة في المراحل التالية ووجود السكريات بنسبة كبيرة في هذه المرحلة يعيق ربط الماء بالنشاء وبالتالي إنتاج خبز ذي لبابة طرية وغير متخمر مما يعطي خبزاً سيء المواصفات.

١-١-٨ الحموضة:

يحتوي الدقيق على مواد دهنية تتراوح بين(١-١,٥%) والتحليل المائي لهذه المواد بفعل أنزيم الليبيز و البروتييز يسبب إنتاج أحماض دهنية مفيدة لتحسين صفات الدقيق من حيث زيادة امتصاص الماء ونعومة العجينة ، لذا فإن تخزين الدقيق بعد إنتاجه يعد من العوامل التي تساعد على تحسين نوعية الدقيق، إلا أن تخزين الدقيق أو القمح المعد للطحن لفترة طويلة(للدقيق أكثر من ستة أسابيع) وخاصة إذا كانت ظروف تخزينه سيئة فتنشط الأنزيمات ومنها أنزيم الليباز مما يؤدي إلى تحليل جزء من الليبيدات وخاصة الروابط الأستيرية في الجليسيريدات مسبباً تحرر جزء كبير من الأحماض الدهنية وبالتالي رفع حموضة الدقيق، كما تساهم الفطريات التي قد تصيب الحبوب إلى تحلل جزء من الليبيدات أيضاً، و كذلك معاملة الدقيق ببعض المبيضات ينتج عنها رفع حموضة الدقيق كغاز كلوريد الهيدروجين.

١-١-٩ الرائحة:

يلجأ عادة إلى اختبار رائحة الدقيق لمعرفة ما إذا كان ملوثاً بمواد تسيء إلى نوعية الخبز الناتج كالمازوت و المواد القلوية أو الأوساخ الناتجة عن عمليات النقل كما قد تشير إلى فساد الدقيق.

١-١-١٠ الطعم:

يجري اختبار الطعم بهدف كشف المواد الغريبة عن الدقيق والملوثة له، و أي خلاف عن الطعم الخاص للدقيق يدل على وجود عيب فيه قد ينتج عن المواد الغريبة أو سوء التخزين ويتم ذلك بخلط الدقيق باللعاب لمدة دقيقتين ثم تمييز الطعم.

١-٢ قرارات وزارة التموين:

القرار رقم /١٤٨٥/ الصادر عن وزارة التموين و التجارة الداخلية ،المرجع[٢٣].

جدول (١-٣)خواص الدقيق حسب وزارة التجارة الداخلية و التموين

نوع الدقيق	اللون	الرطوبة	الرماد	الحموضة	التحبب		الفلوتين	طعم و رائحة	حشرات	شوائب معدنية
فرخة	٥	١٥	٠،٦	٤	٨٥ / ١٠	٣٠٠ / ١١٢	٢/٢٨	طبيعي	لا يوجد	لا يوجد
فقش	٦	١٤	٠،٦	٤	٩٠ / ٦٠	٢٦٥ / ١١٢	٢/٢٨	طبيعي	لا يوجد	لا يوجد
سميد	/	١٥	٠،٨	/	٩٠ ٣٠	٢٦٥ / ٢٤٣	/	طبيعي	لا يوجد	لا يوجد
الزيرو	٥	١٤	٠،٥٥	٤	٩٠ / ٦٠	٢٦٥ / ١١٢	٢/٢٨	طبيعي	لا يوجد	لا يوجد
نوع اول	٧	١٤	٠،٧٠	٤	٩٠ / ٦٠	٢٦٥ / ١١٢	٢/٢٨	طبيعي	لا يوجد	لا يوجد
نوع ثاني	٩	١٤	٠،٩٠	٤	٩٠ / ٦٠	٢٦٥ / ١١٢	٢/٢٨	طبيعي	لا يوجد	لا يوجد
موحد رقم ١	١٠،٥	١٤	١	٤	٨٥ / ٦٠	٢٦٥ / ١١٢	٢/٢٨	طبيعي	لا يوجد	لا يوجد

موحد رقم ٢	١١،٥	١٤	١،٢٠	٤	٨٥ ٦٠	٢٦٥ ١١٢	٢/٢٨	**طبيعي**	**لا يوجد**	**لا يوجد**
الدقيق الكامل	١٧	١٤	٢	٥	٦٥ ٣٠	٢٦٥ ١١٢	٢/٢٦	**طبيعي**	**لا يوجد**	**لا يوجد**

الفصل الثاني :

٢-١ أنظمة طحن الحبوب:

توجد عملياً ثلاثة أنظمة لطحن حبوب القمح عالمياً هي :

أ- نظام التخفيف:

يتصف نظام التخفيف بأنه أقدم أنظمة الطحن وأبسطها ويعتمد أساساً على جرش الحبوب وطحنها على خطوات متتالية ويرسل الناتج بعد كل عملية جرش وطحن إلى المناخل لفصل الدقيق منه ثم إرسال ما فوق المناخل مجتمعاً إلى آلات الطحن التالية وهكذا .

يتميز هذا النظام بارتفاع نسبة استخراج الدقيق المرافق وعدم نظافته وتلوثه بكميات من النخالة الدقيقة نتيجة لعمليات الطحن المستمرة للقشور و الإندوسبيروم معاً.

ب-النظام العالي :

ويُعتبر النظام العالي مثالياً في إنتاج أفضل أنواع الدقيق وأنقاه ما دام يعتمد أساساً على إنتاج أكبر كمية من الفرخة والسميد بنوعيه الناعم والخشن بوساطة مناخل التقسيم ومن ثم إرسالها إلى أجهزة التنظيف الخاصة بها كل على حدة لإزالة معظم قشور النخالة منها ومن ثم طحنها ونخل نواتجها.

يُعاب على هذا النظام كبر بناء المطحنة وزيادة عدد آلات الطحن وأجهزة الطحن المستخدمة بالإضافة إلى زيادة عدد ممرات نقله مع تعقيد في فهم العمليات التكنولوجية في المطحنة وإدارتها مما يؤدي جميعه إلى زيادة تكاليف الطحن أو ارتفاعها مع الحصول على نسبة استخراج دقيق منخفضة.

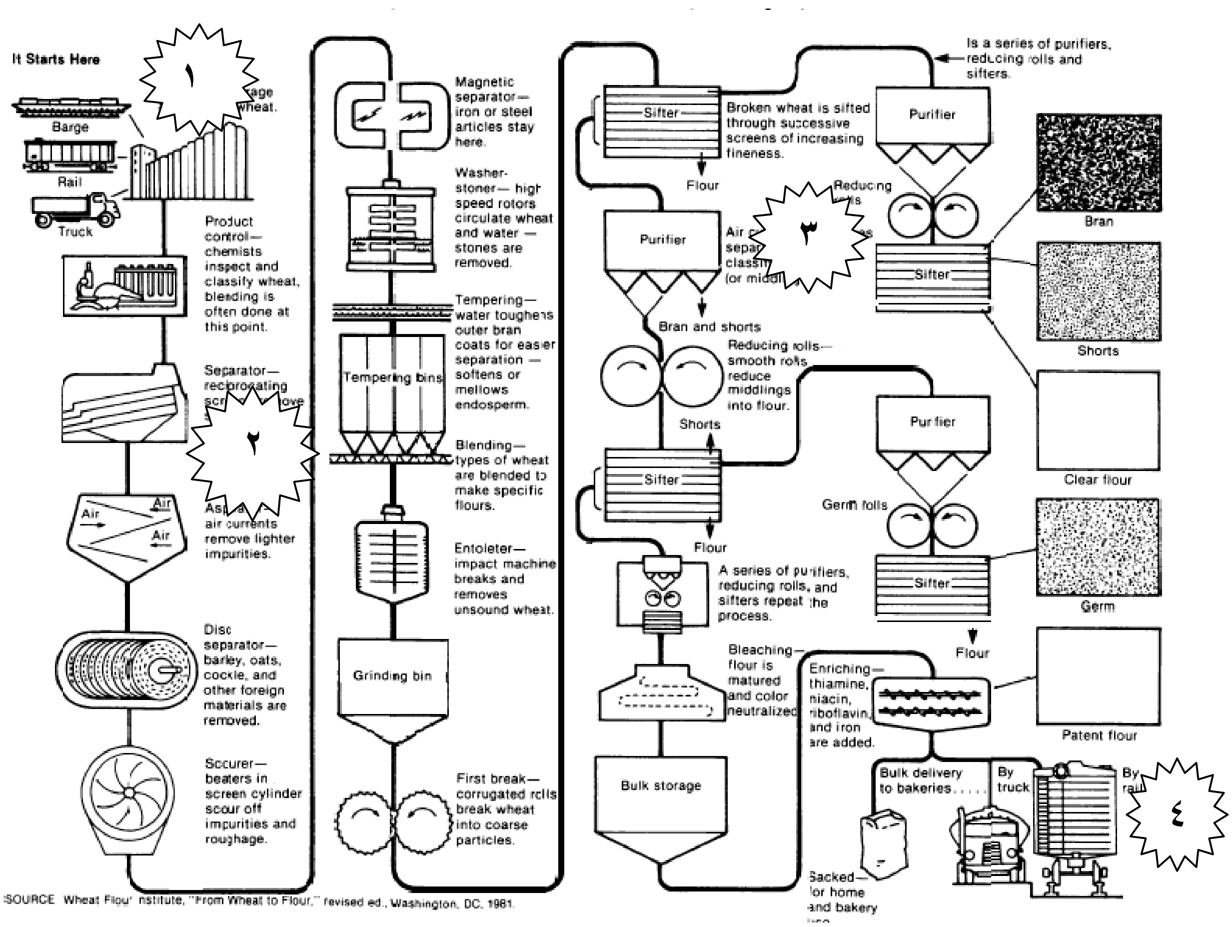
ت-نظام شبه العالي:

ويسود حالياً في العالم النظام شبه العالي Semi-high system بعد تطويره وإنتاج آلات وأجهزة حديثة تلائمه مما يقلل من تكاليف الإنتاج والحصول على نسبة استخراج دقيق عالية بجودة كبيرة.

يتلخص مبدأ عمل النظام شبه العالي بجرش الحبوب أولاً ثم إرسالها إلى مناخل نواتج الجرش التي تقسمها إلى:

دقيق يفصل مباشرة ، وفرخة وسميد بنوعيه ويتم إرسال كل نوع منهما إلى المنظف الخاص به بعد تجميعه من عدة آلات جرش حيث ينظف ويطحن بوساطة أسطوانات الطحن ثم ينخل إلى دقيق. بينما يرسل الجزء الثالث الخشن من نواتج الجرش ليعود وحده إلى آلات الجرش التالية وهكذا.. [٢٠].

٢-٢ مخطط عام لمطحنة اسطوانية:



الشكل(١-٢)مخطط مطحنة

يقسم عمل المطحنة لعدة أقسام أساسية :

١. الغربلة والتخزين (صوامع الحبوب).
٢. التنظيف والتحضير.

الترطيب: التخمير، التحضير للطحن

٣. الطحن.
٤. المزج والتعبئة.
٥. قسم الخراطة(تصنيع الاسطوانات).

٢-٢-١ ترطيب القمح:

تتم عملية ترطيب القمح عبر جهاز الترطيب ويتم ضخ الماء مع رج الحبوب وخلطها .

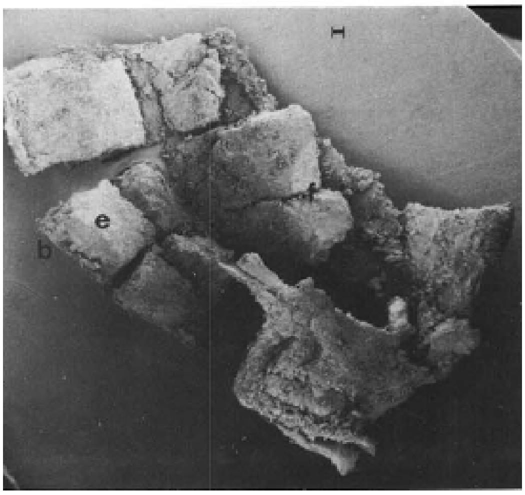
ــــ وتقسم عملية الترطيب إلى مرحلتين:

1 ــ مرحلة التخمير:يتم فيه تخمير الحبوب بعد ترطيبها ورفع رطوبتها من حوالي %(8-7) إلى %(14.5-14) و تستغرق عملية التخمير مدة 48 ساعة.

2 ــ مرحلة التحضير للطحن: بعد عملية التخمير تتم عملية قشر للحبوب وإعادة إضافة الماء لتصل نسبة الرطوبة إلى %(15.5) ثم تخمر الحبوب مرة أخرى لمدة (9-8) ساعات تنقل الحبوب بعدها إلى مرحلة قشر أخرى لتخليصها من أكبر كمية من القشر الموجود عليها ،ثم توضع في عنابر قبل الطحن بعد رفع الرطوبة إلى% (16.5-16) وذلك بحسب الظروف الجوية الخارجية.

٢-٣ مشاهد مسح ميكروسكوبية الكترونية لمواد من مراحل مختلفة للقمح :

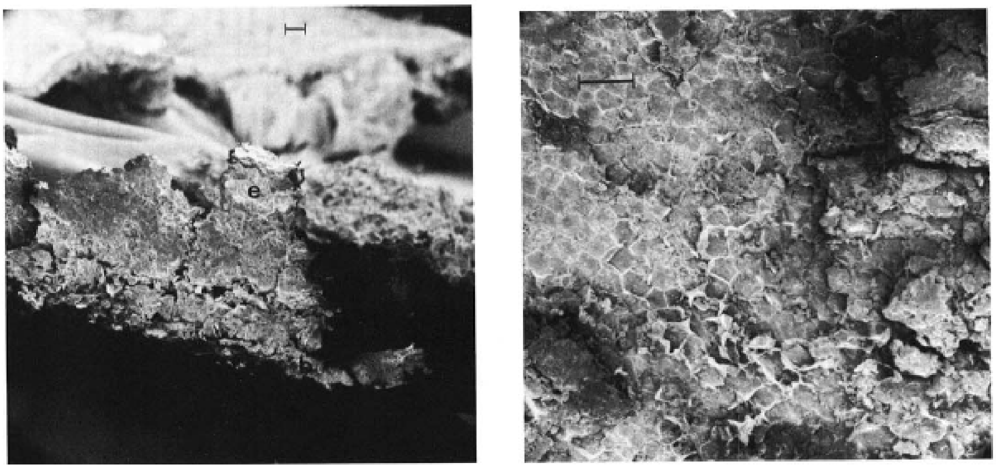
وهي تبين مشاهد للشقوق الداخلية المتكونة خلال مراحل مختلفة للطحن الاسطواني.إن أنماط الشقوق الداخلية تتبع مراحل الطحن والتي فيها يتحول الاندوسبيرم لمركبات وسطية. يستمر الاستخلاص حتى الطبقات الأخيرة للاندوسبيرم و الألورين.أخذت العينات فوق كل مرحلة طحن [١٧]. العينات جمعت لتعيين الأجزاء الرئيسية للنواة القمح مثل النخالة – الاليورين والاندوسبيرم .



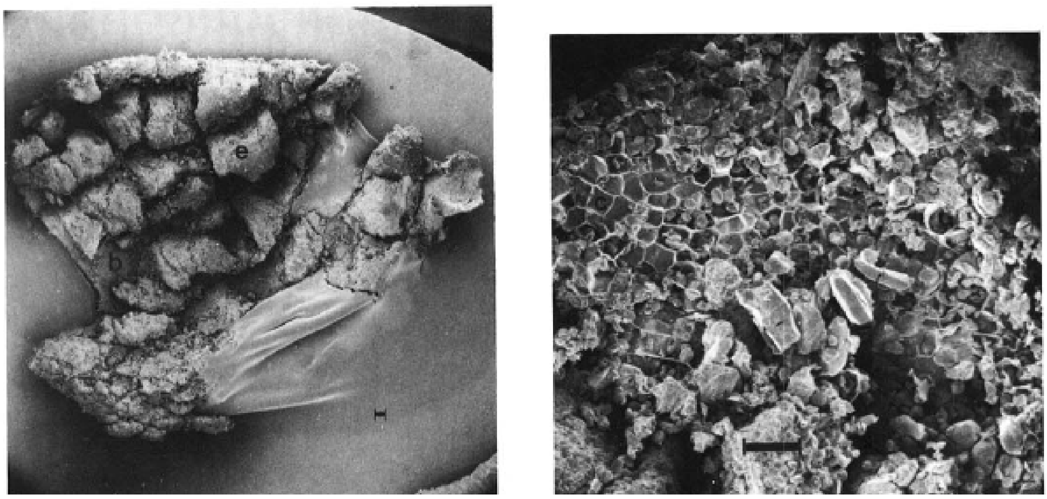


الشكل(١-٣) نواة القمح القاسي فتحت بفعل اسطوانات الطحن الاولى

الشكل (١-٣) (١-٥) يبين نواة القمح فتحت بفعل اسطوانات الطحن الاولى لقمح قاسي ثم لقمح طري. الكسر الرئيسي قسم الاندوسبيرم لقطع كبيرة و بقيت متصلة بالنخالة. الشكل الثاني منظر اقرب لقطع الاندوسبيرم الشكل المذكور .بالإضافة للشقوق الكبيرة في الشكل الاول هناك العديد من الشقوق الصغيرة تقسم خلايا الاندوسبيرم .



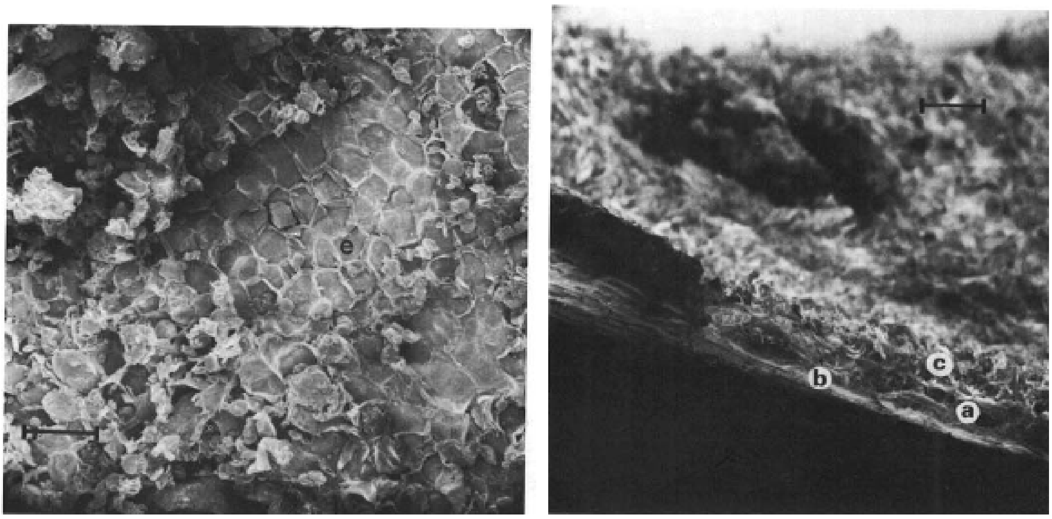
الشكل(١-٤) نواة القمح بعد اسطوانات الطحن الثانية



الشكل(١-٥) نواة القمح بعد اسطوانات الطحن الاولى قمح طري

الشكل (١-٦) عينات أخذت من المواد الخارجة من نفاضة النخالة،.الشكل يبين مساحات من النخالة و التي جدران الخلايا أزيلت تقريبا بالكامل، مبقية الخط الخارجي من ارتباطهم بطبقة الالورين.اجزاء

اخرى من النخالة لها كمية صغيرة من الاندوسبيرم باقية يعد المرور بنفاضة النخالة. و فيها نرى طبقات الالورين فقط تحت ما تبقى من جدران الخلايا. نفاضة النخالة ليس لها فاعلية هنا لازالة الاندوسبيرم في هذه المنطقة.



الشكل (١-٦) عينات أخذت من المواد الخارجة من نفاضة النخالة

٢-٤ مستويات الاستخلاص:

يمكن توزيع دقيق استخراج 82% على المراحل الثلاث وفقاً للآتي:

- مرحلة الكسرات 15% بالمتوسط(الجرش).
- مرحلة التخافيض 25% بالمتوسط (تخفيض السميد الخشن إلى ناعم).
- مرحلة التحاويل 42% بالمتوسط(التناعيم).

الجدول(١-٤) يبين الاستخلاص من كل جزء من حبة القمح و مواصفات الدقيق الناتج لكل منها.

جدول (١-٤) مقارنة حبة القمح ومستويات الاستخلاص					
البارمتر	النخالة	الالورين	الاندوسبيرم	الاجرام	مستويات الاستخلاص

100	85	75	3	80	8	9	الوزن%
1.5	1	0.5	5	0.5	16	3	رماد %
12	12	11	26	10	18	5	بروتين %
2	1.5	1	10	1	9	1	ليبيد%
2	0.5	<0.5	3	>0.5	7	21	فيبر%

الفصل الثالث

٣-١ الطحن الاسطواني:

أهمية الطحن الاسطواني:

١- إمكانية التحكم في المسافة بين كل زوج من الاسطوانات.

٢- الإقلال من نسبة النخالة المطحونة في الدقيق

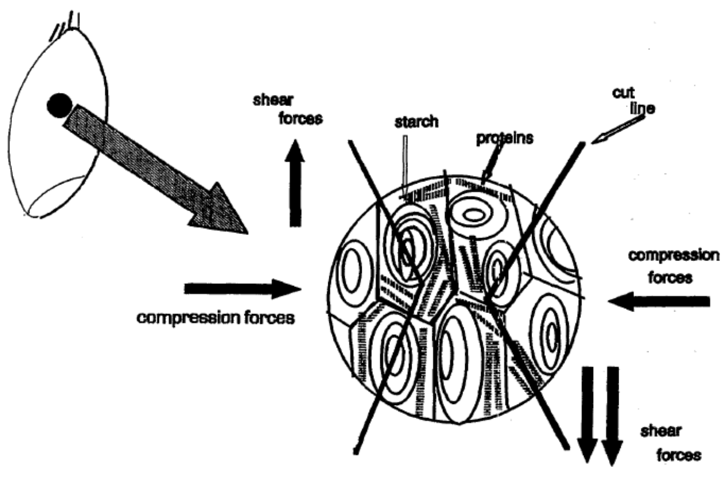
٣- قلة المسافة التحي تحتاجها الاسطوانات بالمقارنة مع الحجارة.

٤- أكثر نظافة.

٥- إمكانية إنتاج واستخراج أنواع متعددة من الدقيق بمواصفات مختلفة .

ويعتمد الآلات رباعية الاسطوانات أو الثمانية[٧].

٣-٢ قسم الطحن:



الشكل(٣-١)القوى المؤثرة في حبة القمح

يعتبر هذا القسم الأعقد بين الأقسام فأي خلل في عملية الطحن سينعكس سلباً على نوعية الطحين والطاقة الإنتاجية للمطحنة ،يتألف قسم الطحن من مجموعة ماكينات طحن يقابلها مناخل تقوم بفرز الحبوب المطحونة حسب قياسها فيوجد في المطحنة مناخل تتراوح فتحاتها من(110) ميكرون إلى (140) ميكرون ،بالإضافة إلى آلات مساعدة على تقسيم المنتج حسب قياس القطع و الذرات المطحونة للحصول على أكبر كمية دقيق واستخلاص الدقيق من النخالة .

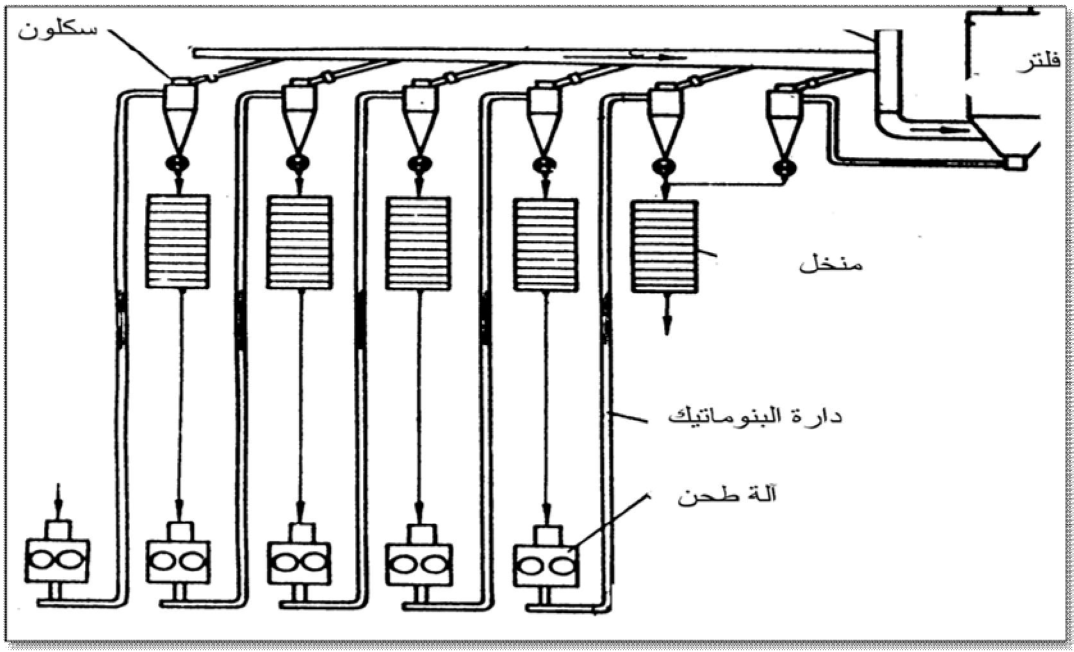
قسم الطحن مؤلف من عدة طوابق كل طابق بالمفهوم العام يعبر عــن مجموعــة عمليــات. فالطابق الأول يوجد فيه خطي طحن وكل خط مؤلف من 14 آلة تقسم آلات الطحن إلى عدة أنواع من حيث الهدف. يتميز قسم الطحن عن باقي أقسام المطحنة باحتوائه على العديد مــن ممرات أو مسارات العمل بخلاف باقي الأقسام التي تتألف من ممــر واحــد فمــثلاً:قــسم الاستقبال يتألف من ممر واحد على الشكل التالي: (حفرة الاستلام ــ رافعة ذات الأواني ــ قبان ــ غربال – خلايا التخــزين)،وقــسم التنظيــف: (المنخــل الهــزاز الــدوار ـــــ الكومبنيتر(البحاصة) ـــ التريور ــــ طاولة التصنيف ـــ المغناطيس ــ إضــافة مــاء التخمير أو الصويل ـــ التخمير الأولي........).

أما في قسم الطحن فهناك العديد من الممرات المختلفة وقد يوجد عدد كبير من كل نوع ومــن هنا تأتي صعوبة العمل في قسم الطحن للبعض وجمالية وفنية العمل للبعض الأخر الذي يعلــم أن لديه الكثير من الممرات والطرق للوصول للهدف المنشود وعليه أن يختــار الأنــسب لــه حسب الظروف الموضوعية لكل مطحنة.

إن الممر العام في قسم الطحن يكون على الشكل التالي:

(آلة طحن ـــ بنيوماتيك لرفع المنتج ــ مخروط ترسيب ـــ علاف ـــ منخل).

يبين الشكل(٣-٢) رسماً توضيحياً له:



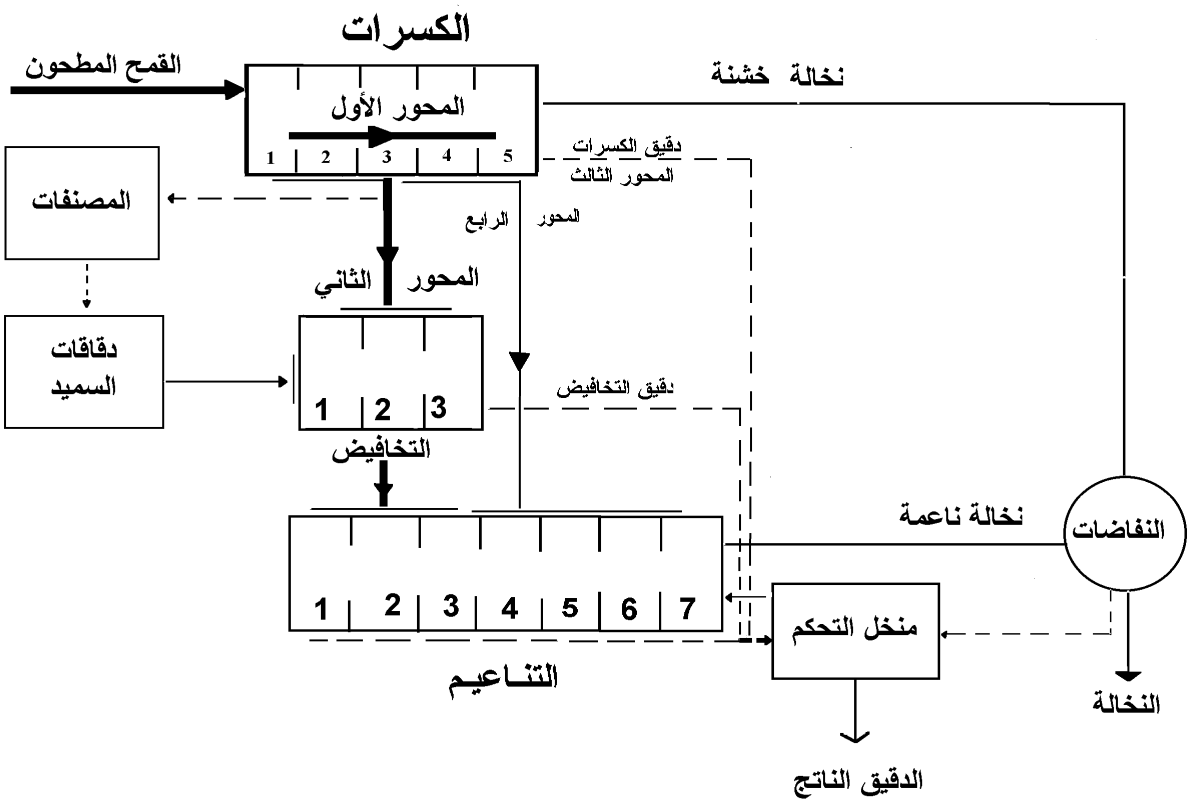
الشكل ٣-٢ مخطط قسم الطحن

لكن هناك الكثير من الممرات المخالفة لهذا الممر العام، مثلاً (منخل ــــ بنيوماتيك ــــ منخل) كما يحدث قبل مناخل التصنيف مباشرة أو (آلة ــــ آلة) كما في آلات الدوبلكس ، أو (آلة ــــ بنيوماتيك ــــ منخل ــــ دقاقة سميد أو نفاضة نخالة.....)

وضمن هذه الممرات هناك ممرات أصغر للتوزيع على ممرات جانبية، كتوزيع الكسرات على الكسرات و التخافيض و التناعيم على التناعيم.

٣-٢-١ محاور الطحن:

يمكن تقسيم العمل منذ البداية إلى ثلاثة محاور أساسية ورابع ثانوي(وهناك العديد من المحاور الصغرى ضمن هذه المحاور) كما في الشكل:



الشكل ٣-٣ محاور الطحن

٣-٢-١-١المحور الأول مرحلة الكسرات(الجرش) Break System:

ينطلق من آلات الكسرات الأولى ويحتوي على مواد مجروشة تحول هذه المواد إلى باقي آلات الكسرات بالتسلسل حيث يتم تنقية هذه المواد المجروشة من حبات الاندوسبيرم بشكل متسلسل وتحول إلى آلات التنعيم حسب المخطط التكنولوجي لكل مطحنة لتصل المواد المجروشة السابقة إلى آلات الكسرات الأخيرة وقد تحولت إلى قشور حبات القمح (نخالة) فقط، حيث يتم سحب أي مواد ناعمة (طحين) منها بواسطة نفاضات النخالة ثم تحول إلى مخرج النخالة.وتضم بالعادة خمس كسرات بالمتوسط وهدفها الحصول على أكبر كمية من السميد بأنواعه و الفرخة بينما يعد الدقيق الناتج خلال هذه المرحلة من النوع منخفض الجودة.

يُعد السميد الخشن والوسط والناعم الناتج من الكسرتين الثانية والثالثة وكذلك السميد الخشن الناتج من الكسرة الأولى من أجود أنواع السميد بينما يصنف السميد الوسط والناعم الناتج من الكسرة الأولى وكذلك السميد الخشن والوسط والناعم الناتج من الكسرة الرابعة ومابعدها من الدرجة الثانية بالجودة.

تنتج هذه المرحلة السميد بأنواعه بنسبة من 62-65% ونسبة الدقيق تتراوح ما بين 12-15% ونخالة بنسبة 7.5% بالمتوسط. ولتحقيق ذلك تصمم أسطوانات الطحن بحيث يكون عدد أسنانها من 3-8 سن/سم من محيط الأسطوانة بحيث تزداد مع تقدم الكسرات وبميلان خطوط التسنين ما بين 6-14% متناسباً طردياً مع عدد الأسنان مع تحقيق نسبة تفاوت كبيرة تبلغ 1 : 2.5 .

٣-٢-١-٢المحور الثاني مرحلة التخافيض Reduction System :

ينطلق من آلات الكسرات الأولى ويحتوي على حبات السميد تحول هذه المواد إلى المصنفات ودقاقات السميد حيث يتم تنقية حبات السميد من القشور العالقة بها لينتج لدينا سميد أو فرخة؛ في حال كنا نريد إنتاج مثل هذه المواد؛ أو تحول حبات السميد النقية من القشور إلى آلات التخافيض و التناعيم الأولى على التسلسل لمحاولة سحق هذه الحبات و الحصول على أكبر

نسبة دقيق ممكنة من هذه الحبات تتميز اسطوانات التنعيم بسطوحها الملساء حيـث لا تحـوي على أخاديد كما أن المسافة بينهما أقرب بكثير من المسافات البينية لأسطوانات الجرش.

تخفض أسطوانات التنعيم حجم جزيئات النواتج الوسطية لمراحل الجرش للحد المطلوب بحيث لا تتضرر حبيبات النشاء فيها مما يسيء لنوعية الطحين

ومن المعلوم أن الدقيق الناتج عن هذا المحور يكون الأجود في جميع المواصفات ومنـه يـتم استخراج دقيق الزيرو إذا ما كنا نريد إنتاجه.

يبلغ عدد خطواتها من 4-2 وبالمتوسط ثلاث خطوات ، وهدفها الحصول على أكبر كمية مـن الدقيق الجيد بالإضافة إلى تأمين الناتج لتغذية المرحلة التالية أي التحاويل. تكـون أسـطوانتها ملساء وبنسبة تفاوت صغيرة 1 : 1.25 . كما يجب أن تخصص لها مـساحات مناسـبة مـن مساحة نخل الدقيق الكلية كما أنه يمكن فصل الأجنة من الحبوب في خطواتها الأخيرة.

لا يدخل الجنين بتركيب الدقيق حيث يذهب من الكسرات الأولى مع السميد الخشن والمتوسـط إلى دقاقات السميد ويبقى طائراً في الوسادة الهوائية في دقاقات السميد لينزل إلى آلة التخفيض الأخيرة التي يجب أن تكون ملساء حيث يصبح الجنين متطاولاً ولا يتفتت لاحتوائه على نسبة عالية من الدهون مما يسهل عملية فصله وهذا يفسر كون قياس حرير النخل الأول فـي آلـة التخفيض الأخيرة أعلى منه في الكسرات الأولى،علماً أن دخول الجنين إلى الـدقيق يـسيء لمواصفات الدقيق.

٣-٢-١-٣المحور الثالث مرحلة التنعيم Scratch System :

هدف هذه المرحلة كونها الأخيرة في عملية الطحن استخلاص أكبر كمية من الدقيق من ذرات السميد و الفرخة. ويبلغ عدد آلاتها من ٦-١٠ ،أسطوانات الآلة الأولى منها ملساء أمـا ما تبقى منها فهو مسنن.

تنتج الخطوات الأولى من هذه المرحلة دقيقاً جيداً، بينما تنتج الخطوات التاليـة دقيقـاً أقل جودة لاحتوائه على نسبة من النخالة الناعمة.

ينطلق من آلات الكسرات الأولى ويحتوي على حبيبات الدقيق الصافية تحول هــذه الحبيبــات إلى مجرى الدقيق العام ثم إلى المنخل النهائي (الكنترول) .

يتميز هذا النوع من الدقيق باللون الجيد والرماد المتوسط لذلك فإن محاولة زيادة نــسبة هــذا الدقيق تتسبب بارتفاع نسبة الرماد وخلل في عمليات الطحن اللاحقة

هناك محور رابع ثانوي ينطلق من آلات الكسرات المتوسطة والأخيرة ومــن آلات التنــاعيم الأولى ومن آلات التخافيض الأخيرة إلى آلات التناعيم الأخيرة.

كما يضم مجموعة من المراحل المتممة والمرتبطة بتلك المراحل وأهمها: عمليات نخل نواتج الكسرات والنواتج النهائية أي الدقيق ومناخل المراقبة والــضبط وعمليــات التنظيــف والتقسيم بوساطة المنظفات بالإضافة إلى عمل المصفاة و نفاضات النخالة.

٣-٢-٢ مرحلة الكسرات:

٣-٢-٢-١الكسرة الأولى Br1:

وهي غالبا سن لسن وهي عبارة عن كسر الحبة وتعتبر من أثقل مراحل الطحن لأنها تحتــاج إلى عزوم كبيرة إذ أن الحبة لها شكل شبه كروي متماسك نتيجــة الأليــاف الطبقــة القاســية الموجودة تحت القشرة وتسمى الألورين .يتم كسر الحبة بمحاولة عدم تفتيت الطبقــة القــشرية والحصول على قطع و جزيئات متماثلة أو شبه متماثلة من ذرات الــسميد ملتــصقة بــبعض القشور و استخراج جزء من الدقيق في الطبقة الهشة الاندوسبيرم وتعتبر الكسرة الأولى عبارة عن مرحلة تحضيرية للكسرة الثانية التي تقوم بالعمل الأكبر في فصل المواد (قــشر خــارجي نخالة مع جزء ملتصق أو جريش و سميد خشن مع قشور ملتصقة و ســميد نــاعم و فرخــة ناعمة و خشنة و دقيق)(بدون نخل).

٣-٢-٢-٢الكسرة الثانية Br2:

تكون أسنانها أكثر نعومة و غالبا سن لظهر و الهدف منها الحصول على فرز أكثر للمنتجات من الحبة ومنها تنتقل لعملية النخل منتجات أول منخل من الكسرة الثانية يذهب للثالثة

٣-٢-٢-٣الكسرة الثالثة Br3:

وهي عبارة عن عملية استخلاص الدقيق و السميد من الجريش المرسل من الكسرة الثانية أعلى منخل . تكون أشكال التسنينات عادة سن لظهر (مثاليا). و تختلف سرعات الاسطوانات من مرحلة لأخرى بحسب متطلبات عملية الطحن .

يكون المنتج الناجم عن الكسرة الثالثة عادة أقل مواصفة من المنتج المستخرج من الكسرة الثانية لذلك يكون السعي إلى دراسة إمكانية استخلاص أكبر منتج جيد من المرحلة الأولى (الكسرة الأولى و الثانية أي (BR1,BR2) بأفضل المواصفات و تأثير هذه العملية على عملية الطحن بشكل عام.

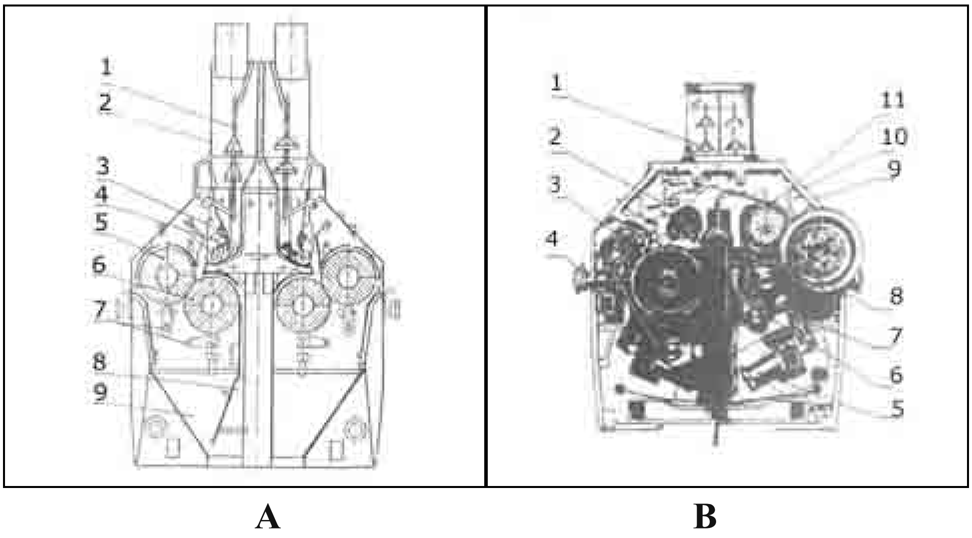
٣-٢-٢-٤الكسرة الرابعةBr4 :

تكون فيها نسبة السميد الناعم ليست ذات جودة مستخلصة من المراحل السابقة بسبب وجود جزيئات من القشر المتكسر ضمن ذرات السميد و التي يصعب فصلها في مناخل الفصل مم يدفعنا إلى إرسالها إلى مخفضات السميد BROTHERالمخفضات هي عبارة عن آلات تعمل على مبدأ الاهتزاز. [٢١].

٣-٣ آلات الطحن رباعية الاسطوانات Flour – roller Mill :

توجد هذه الأسطوانات الأربع ضمن صندوق معدني ويوضع كل زوجين منهما مقابل الآخر ووظيفتها تكسير الحبوب وتفتيتها بالكسرة الأولى بينما يتم في الكسرات التالية إنتاج مركبات وسطية ودقيق حيث تنظف هذه المركبات والتي تضم الفرخة و السميد بأنواعه بعد فصل الدقيق والنخالة عنها لتطحن بالنهاية إلى دقيق يفصل بالمناخل الخاصة به عن دقائق النخالة. [٢٠].

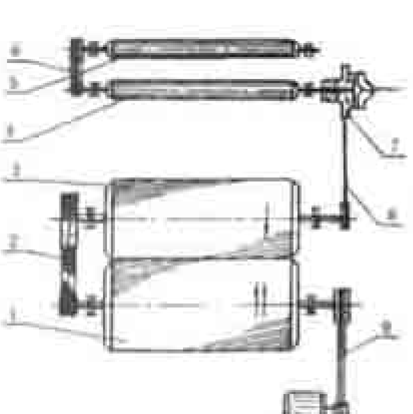
وقد تم في الآونة الأخيرة تصنيع آلات طحن بثمانية أسطوانات (أربع اسطوانات من كل طرف) بدلاً من أربع اسطوانات (اسطوانتين من كل طرف) بهدف زيادة الإنتاجية وتقليل التكلفة ،يوضح الشكل (٣-٤) مكونات آلة الطحن الاسطوانية.



الشكل(٣-٤) آلة طحن رباعية الاسطوانات

الشكل A :1- طوافة حساسة.٢- ناقل اسطوانة التغذية ٣- حزام التوقيت ثنائي القوس .٤- بكرة ضبط يدوية.٥- اسطوانة هواء صمام فاصل واصل .٦- ذراع البيلية للاسطوانة البطيئة.٧- ذراع الضبط.٨- قشاطVللنقل الرئيسي ٩.- زر برغي البنيوماتيك.١٠ - مشغل البنيوماتيك.١١- .فاصل و اصل بنيوماتيكي.

الشكل B:١- طوافة حساسة.٢- انبوب التغذية ٣- صمام التغذية.٤- اسطوانة التغذية.٥-الاسطوانة السريعة .٦- الاسطوانة البطيئة.٧- اداة التنظيف .٨- قناة امتصاص الهواء .٩-فوهة .١٠- .مشغل البنيوماتيك.١١- فاصل و اصل بنيوماتيكي.



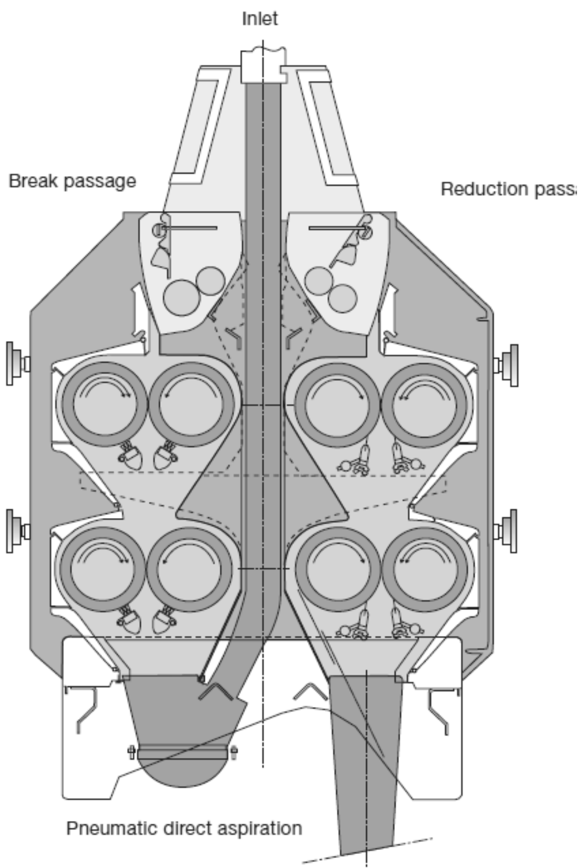
١-الاسطوانة السريعة. ٢- الشريط الناقل. ٣-الاسطوانة البطيئة. ٤-الاسطوانة الخارجية. ٥- الاسطوانة الداخلية. ٦-شريط ناقل .٧- سير بمقطع ٨.v- سير بمقطع v ضيق.٩- فاصل واصل البنيوماتيك.

الشكل(٢-٥)توضع الاسطوانات

٣-٣-١ أقسام آلة الطحن:

تتكون آلة الطحن الرباعية أو الثُمانية من الأجسام التالية:

مجموعة التلقيم والتغذية – أسطوانات الجرش والطحن التي تضم صمام التغذية، أسطوانات التغذية ولوحة التوزيع. تعمل جميع آلات الطحن بالمبدأ الذي يتلخص بالخطوات التالية :



الشكل(٣-٦)آلة طحن ثمانية الاسطوانات

تدخل الحبوب أو كسراتها إلى آلة الجرش أو الطحن من صمام التغذية الآلي ذي التعيير الآلي أيضاً ليغذي الأسطوانات بالقدر المطلوب بحيث تتوقف آلات الطحن عن العمل عند توقفه والعكس صحيح.

تتألف أسطوانات التغذية من زوجين مسننين فقط بالنسبة للكسرات ونواتج الطحن الناعمة ويتراوح عدد الأسنان بالسم الطولي من 5-2 أسنان يزداد عددها كلما تقدمت عملية الطحن وصغُر حجم ذرات النواتج وينحصر عملها في جلب مواد الطحن وتوزيعها على طول فجوة الطحن بالتساوي حيث تقوم الأسطوانة الخلفية بجلب المواد بينما تقوم الأمامية بتوزيعه وتدور الأخيرة بسرعة أكبر من الخلفية لتحقيق هذا الغرض.المرجع[٢٠].

وتقود صفيحة الإرشاد منتجات الطحن من أسطوانات التغذية إلى فجوة الطحن بين أسطوانات الطحن.

حساب قطر الاسطوانات:

حسب [المرجع ١٨]الحالة الحدية عندما الجزيئة سحبت فقط للاسطوانات بالاحتكاك:

$$\tan (A/2) = m$$

حيثA زاوية العصر الزاوية المتشكلة من مماسات سطوح الاسطوانات عند نقاط تماس الجزيئة

m معامل الاحتكاك بين الجزيئة و الاسطوانات.

العلاقة لقطر الاسطوانةDr لقطر جزيئات التغذية Df وقطر جزيئات المنتج Dp تعطى بالعلاقة:

$$\cos(A/2) = (Dr + Dp) /(Dr + Df)$$

<u>٣-٤المناخل Plan sifter :</u>

وتتألف من صندوق خشبي أو معدني يقسم طولياً إلى ثلاثة أو أربعة أقسام أو أكثر الشكل (٣-٧) يحتوي كل قسم منها على مناخل مركبة فوق بعضها على أطر مغطاة بنسيج سلكي أو من الحرير أو النايلون ولها أرقام خاصة تشير إما إلى أقطار ثقوبها أو إلى عدد الثقوب في mm^2 مع الإشارة إلى أن النسيج يتركب من خيط واحد أو من خيطين أو ثلاثة مجدولة مع بعضها وأخشنها نسيجاً أي ذو الثقوب المتسعة يركب في الأعلى وأدقها في الأسفل.

تشكل كل مجموعة من المناخل المتماثلة أو المتقاربة في نعومتها مجمعاً واحداً لنوع معين من النواتج يخرج من المنخل بعد أن يتجمع على صفيحة خاصة به إلى فوهة معينة خارجة يحتوي كل قسم على 12 , 16 , 24 أو 36 منخلاً.

ويوجد نوعان من المناخل من حيث الوظيفة :

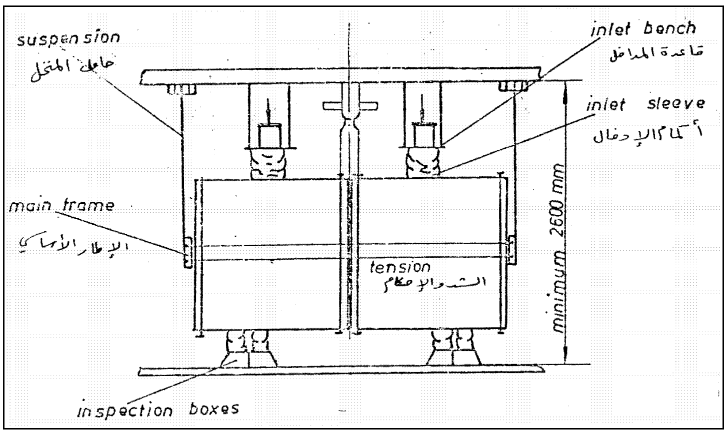
النوع الأول : يعمل على تقسيم ناتج آلات الجرش من الكسرات المختلفة إلى:

- علوي خشن يرسل إلى آلة الجرش منفرداً أو مع علوي قسم آخر أو أكثر .

- و سميد خشن وآخر ناعم و فرخة يرسل كل منهم منفرداً أو مع ما يماثله من الأقسام الأخرى إلى المنظف الخاص به لتنظيفه من دقائق النخالة .

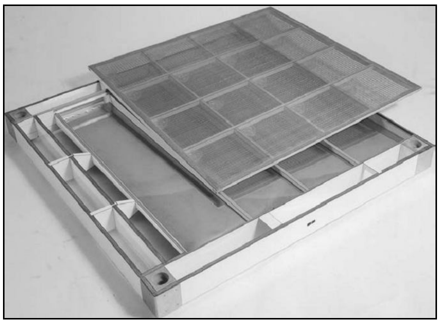
- ودقيق يرسل مباشرة ليخرج مع نواتج الدقيق من المناخل الأخرى .

النوع الثاني :يخصص لنخل الدقيق الناتج من آلات طحن الفرخة و السميد بنوعيه لذا فإن مناخله أكثر نعومة و لا يدخل فيها السلك بل تصنع كلها من النايلون.



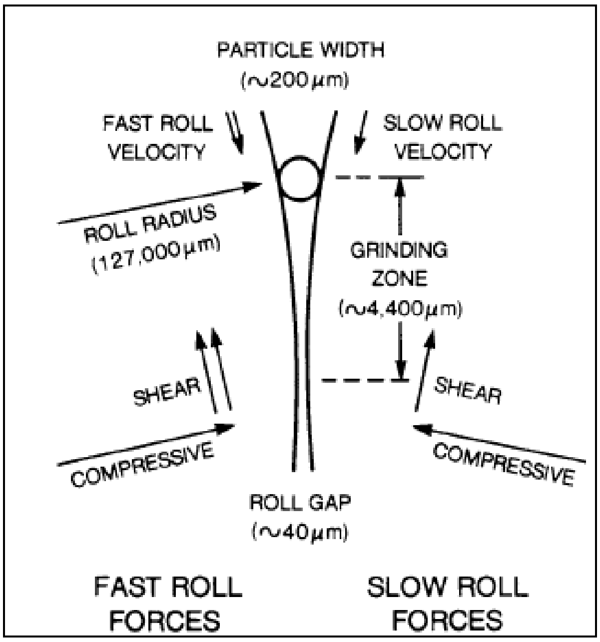
الشكل(٣-٧) منظر عام للمنخل المركب

تتحرك المناخل حركة ترددية اهتزازية بتعليقها بسقف المطحنة بوساطة أربعة أو ستة حبال معدنية أو خيزرانية مع محور الإدارة المركزي الذي يعلق بالسقف ويعادل بثقل مركب في وسط المنخل وأعلاه لموازنة القوة النابذة و المحافظة على دوران المنخل الترددي الاهتزازي بصورة منتظمة. تفك جميع أطر أنسجة المناخل خلال أعمال الصيانة التي تجرى على المناخل ويتم تنظيفها للمحافظة على ثقوبها مفتوحة أي على فاعلية النخل وقدرته بوساطة فراشي حرة متحركة توضع من أعلى المنخل وأسفله ضمن إطار المنخل. [٢٠].



الشكل (٣-٨) توضع أنسجة المناخل ضمن إطار المنخل

<u>٣-٥ القوى المؤثرة على حبة القمح خلال مرورها بين الاسطوانات:</u>

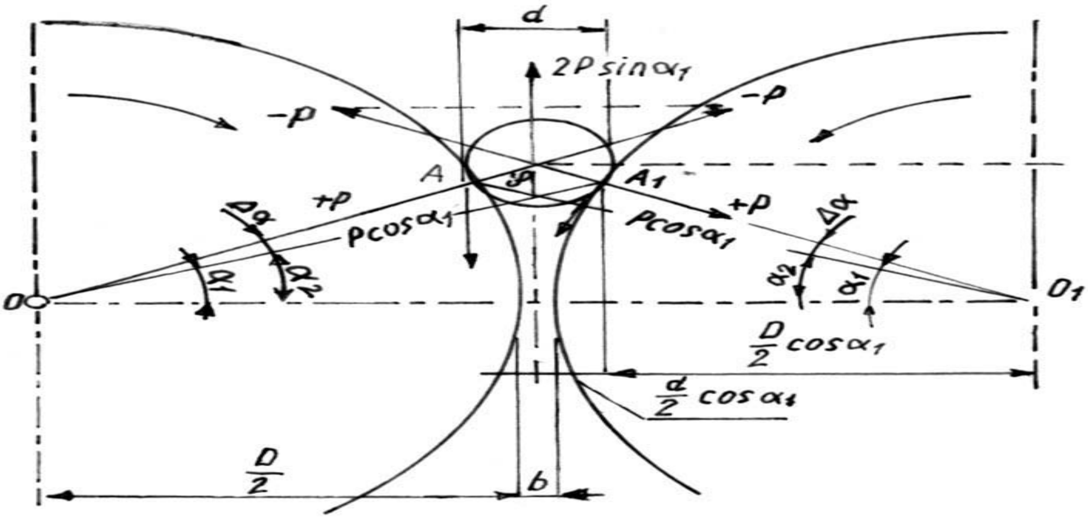


الشكل (٣-٩) القوى المؤثرة على حبة القمح عند عبورها بين الاسطوانتين

الشكل (٣-٩) يصور الحالةَ المِثاليةَ لجزيئــة واحــدة ســحبت إلــى منطقــةِ الطحــن بــين الاسطوانات.إنّ الجزيئاتَ تُخضعُ إلى اثنين مِنْ أنواعِ القوى [١٣]:

١. قوى قصٍّ sheer force بين نقاطِ من الجزيئة وسطح الاسطوانة،

٢. وقوى ضغط compressive forceعلى الجزيئاتِ ككل عند عبُور منطقةِ الطحن .



الشكل (٣-١٠) تحليل القوى المؤثرة على حبة القمح .

. بحسب(Fang and Campbell 2002) أعطيت تحليلات الإجهاد –الانفعال لتعريف مبادئ ميكانيكية الكسر موضحة تكسر حبة القمح خلال الطحن باسطوانات مسننة .

بدراسة تشوهات حبة القمح المتوضعة بين اسطوانتين مسننتين بوضــعية ســن لــسن (s-s)، حسبت مستويات الاجتهادات الرئيسية و إجهاد القص الأعظمي المسببة للكسر.كإجهاد شد أقل من إجهاد الضغط . مستويات الكسر الأكثر احتمالا اعتبرت المتعامــدة علــى إجهــاد الــشد الرئيس. تأثير الفجوة بين الاسطوانات و قطر الاسطوانة على الإجهاد و الانفعال أوجد أيضا".

تبين صور الفيديو ذو السرعة العالية لتحطم حبة القمح بوضعية سن لسن أعطيت لتبين نمــط الكسر و مستويات الكسر الحاصلة خلال الطحن

إن المعادلات المستخدمة بوضعية سن لسن هي نفسها لبقية الوضعيات [١٦]،حسبت للتبسيط مستويات الاجتهادات الضغط الرئيسة و اجهادات الشد و إجهاد القص الأعظمي المسببة للكسر معتبرة كروية الجزيئات بوضعية سن لسن. مستندة على حساب اجهادات الشد و الضغط، الانفعالات الرئيسة ε_v ε_1 إجهاد القص الأعظمي γ_{max} و المستويات الحاصلة تحسب:

$$\varepsilon 1\text{-}2= -\frac{\varepsilon x}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{-\varepsilon x}{2}\right)^2 + \left(\frac{\gamma xy}{2}\right)^2} \qquad (1)$$

$$\frac{\gamma max}{2} = \sqrt{\left(\frac{-\varepsilon x}{2}\right)^2 + \left(\frac{\gamma xy}{2}\right)^2} \qquad (2)$$

يُمْكِنُ أيضاً أَنْ نحسب الإجهاد الرئيس وإجهاد القصِّ الأعظمي. المعادلةِ ١ ترينا أن $\varepsilon_2 > 0$ هو انفعال شد و الذي يَظْهرُ بسبب وجودِ انفعال القصِّ.

تتكسر الحبة على الأغلب على طول مستوى إجهاد الشد الأعظمي بسبب قوّةِ الشد الضعيفة للاندوسبيرم.

تحسب اتجاهات مستويات الإجهادِ الرئيس وإجهاد القصِّ الأعظمي بالعلاقات التالية:

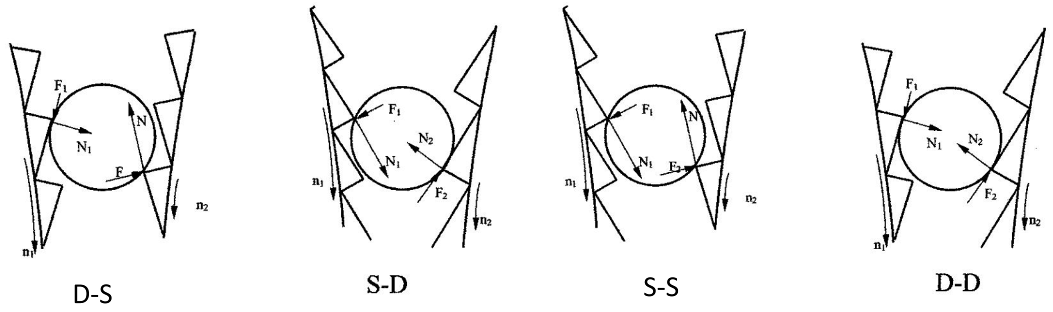
$$\theta\ p1=\frac{1}{2}\tan^{-1}\left(\frac{\gamma xy}{-\varepsilon x}\right) \qquad (3)$$

$$\theta\ p2 = \theta\ p1+90^{o} \qquad (4)$$

$$\theta\ s\ \&s'= \theta\ p1\pm 45^{o} \qquad (5)$$

إنّ أصلَ إجهاد الشد هو قوى القصِّ المطبقة على الحبة بالاسطوانات تبعا لسرعاتهم التفاضلية عند الطحن بوضعية سن لسن كي لا يحدث انزلاقات بين أخاديد الاسطوانة السريعة و الحبة قبل الكسر .

عندما تكون الاسطوانتان بالوضعيات الأخرى ،تختلف قوى القص و اجهادات القص المؤثرة على الحبة، و الانزلاقات ممكن أن تحدث.



الشكل (٣-١١)القوى المؤثرة على حبة القمح عند عبورها بين الاسطوانتين حسب الوضعيات

سن لسن(S-S)،سن لظهر(S-D)،ظهر لسن(D-S)’ظهر لظهر(D-D).

يبين الشكل (٣-١١) القوى المؤثرة على الحبة من أسطوانتين مخـــددتين بـــأربع توضـــعات مختلفة.

عندما يكون ظهر السن هو الطرف العامل قوة القص المطبقة على الحبة تَعتمدُ بــشكل كبيــر على الاحتكاك بين الحبة وسطح السن. و ستكون هكذا أصغر بكثير مِنْها عندما تضرب الحبة بزاوية وجه السن العاملة. [١٩].

إذا كان الاحتكاك غير كافي لمنع الانزلاقات بين الحبة و السن.فإن انفعال القص للحبة سيكون أصغر مقارنة تحت ظروف عدم وجود انزلاق الحاصل عندما وجه السن هو الطرف العامل

الفصل الرابع

٤–١ اسطوانة الطحن:

٤–١–١ اختيار الاسطوانة المناسب :

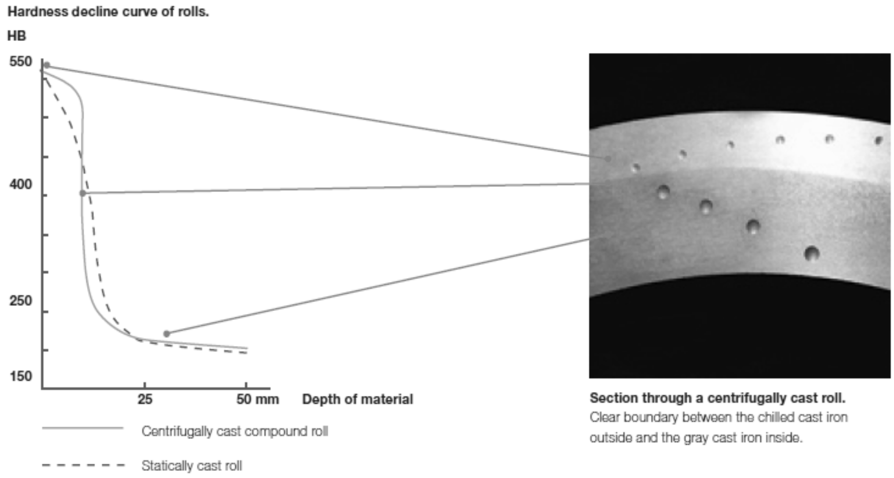
مبدأ عملية الطحن هو عبارة عن اسطوانتين تدوران باتجاه بعضهم البعض تنساب الحبوب مابين الاسطوانات فتتم عملية الطحن , ويكون الشكل الخارجي لسطح الاسطوانة إما أملس أو مسنن ١–**الاسطوانات الملساء** :تستخدم في عمليات دحل منتجات الطحن للحصول على أكبر كمية ناعمة من الدقيق و بأفضل المواصفات و لكن له بعض المساوئ حيث يتصف بقلة الإنتاجية أو التأثير على المادة المطحونة و تخريب مواصفاتها لذلك يتعامل التكنولوجي مع عملية تحويل سميد القمح إلى دقيق بحذر للحصول على اكبر كمية طحن .يستعمل بالمراحل الوسطى في عملية الطحن و النهائية عندما تكون جزيئات الطحن لا تتعدى 300µm في مراحل التخفيضات من 5-1. [٢٠].

٢–**الاسطوانات المسننة** : طولها 1m وقطرها 250cm و درجات التسنين من2 سن إلى 12 سن في السم من محيط الاسطوانة، يختلف عدد الأسنان وشكلها حسب المرحلة وله علاقة بالفرم أي تقطيع الحبة إلى جزيئات مناسبة للحصول على مقياس جزئي معين المراد الحصول عليه.

٤–١–٢ تكوين الاسطوانة:

تتكون من الصلب أما الحديث منها فارغ يكسى سطحها الخارجي بطبقة من الفولاذ المقسى سماكته من 2.5-3 cm عادة وتتراوح قساوته ما بين 430-550 وحدة برينل تستخدم منها ووفقاً لموقعها وغرضها أسطوانات مسننة وأخرى ملساء.

يبين الشكل(٤–١) مقطع عرضي في الاسطوانة يظهر فيه حديد صلب معالج من الخارج و حديد رمادي من الداخل.



الشكل(٤–١) مقطع في الاسطوانة والشكل (٤–٢) منحني القساوة حسب المقطع

٤–٢ بارمترات اسطوانة الطحن:

٤–٢–١ طول الأسطوانة وقطرها:

وأصبحت أقطارها وأطوالها حديثاً نموذجية فهي 250 mm قطراً و 1000 mm طولاً.

٤–٢–٢ السرعة المحيطية للأسطوانة:

أثبتت زيادة سرعة الأسطوانات المحيطية حديثاً كفايتها حيث نقص الطـــول من 16-20 mm من طول أسطوانات الطحن اللازمـــــة لطحـــن 100 kg/hour إلـــى 80 mm وذلك بزيادة سرعة دوران الأسطوانات من 340 إلى 430 دورة بالدقيقة

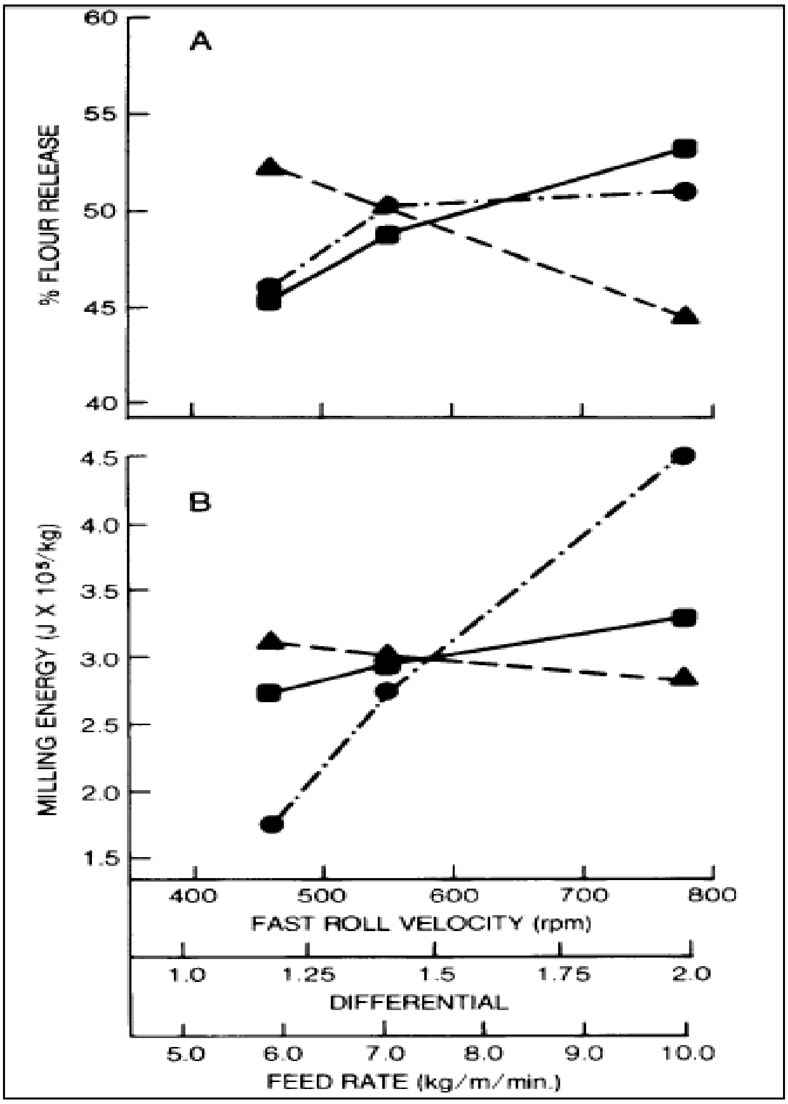
وتحسب سرعة الأسطوانة المحيطية من المعادلة التالية :

$$V = \frac{\pi\ D\ n}{60} \quad [m/sec]$$ = السرعة المحيطية

حيث إن :n = عدد الدورات بالدقيقة.

D = قطر الأسطوانةm.

وتبلغ السرعة المحيطية في أنظمة الطحن الحديثة من .5-6 m/sec.



الشكل (٤-٣) تأثير سرعة ■ التفاضل●و معدل التغذية▲ على Aالاستخلاص,B الطاقة

بزيَاْدَة سرعةِ الاسطوانة أَو تخفيض نسبة التِغذية يزداد الدقيق الناتج وترتفع طاقــةِ الطحــن، وتتحسن نوعية الدقيق (رماد ولون).

بينما تزداد سرعةَ الاسطوانة الجزيئات المَسْحُوبة عبر منطقةِ الطحن بسرعة أكبــر، تتحــسّنُ هشاشة الجزيئات، التي تُساهمُ في زيادة الطاقة المستهلكة في إنتاج الطحينَ الشكل(٤-٣).

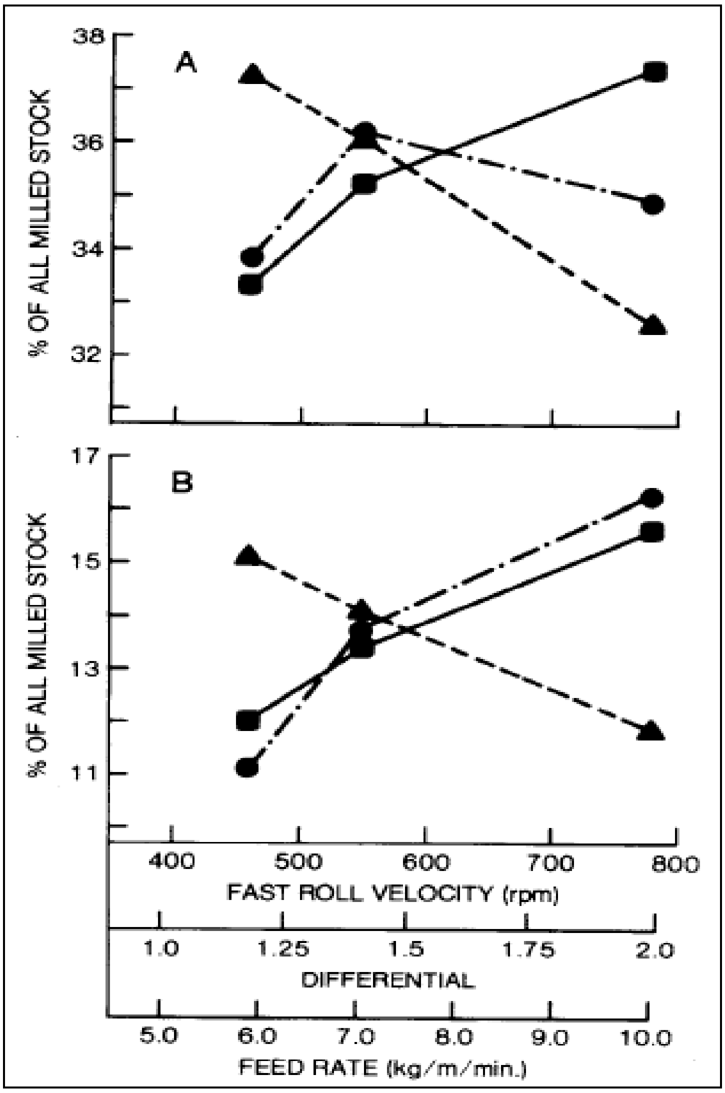
تأثير السرعة على رماد ولونِ الطحينِ :

بزيادة سرعة الأسطوانات أو بتخفيض معدل التغذية تنخفض الحمولة فـي منطقـة الطحـن، مزودة عمل الطحن على جزيئاتِ الطحينِ [١٣].

تأثير ظروف الطحن الاسطواني على القمح يعتمد على أساس القوى المقدمة لذرات الدقيق في منطقة الطحن.جزيئات الدقيق الفردية تسبب عمل طحن أعظم مسببة كسر أكبر الـذي يـؤدي إلى زيادة استخلاص الدقيق و زيادة متطلبات طاقة الطحن.

نوعية الدقيق (الرماد و اللون)تتحسن بسبب التسطيح المحسن للنخالة يحسن فصل النخالة مـن الاندوسبيرم.

كمايؤثر تغير السرعة على التوزع الحجمي للجزيئات الشكل(٤-٤).



الشكل(٤-٤) تأثير سرعة ■ التفاوت● و معدل التغذية▲ على التوزع الجزيئات:
(< 91 µm) **B,** 91-132 µm **منA**

٤-٢-٣ نسبة التفاوت بين أسطوانتين الطحن:

وهو شرط أساسي لعمل الأسطوانات المسننة بكفاية عالية. ويقصد بها النسبة ما بين السرعة المحيطية للأسطوانة السريعة إلى السرعة المحيطية للأسطوانة البطيئة بفرض أن للأسطوانتين القطر نفسه:

$$\text{نسبة التفاوت} = \frac{\text{السرعة المحيطية للأسطوانة السريعة}}{\text{السرعة المحيطية للأسطوانة البطيئة}}$$

وعادة تكون لأسطوانات الجرش 1 : 2.5 بينما هي 1 : 1.25 لأسطوانات الطحن. ويفيد هذا التفاوت بتحديد وظيفة كل من الأسطوانتين فبينما تقوم الأسطوانة البطيئة بسحب المواد المطحونة والإمساك بها تقوم الأسطوانة السريعة بقصها وتنعيمها.المرجع[٢٠].

٤-٢-٣-١تأثير التفاوت على مواصفات و استخلاص الدقيق:

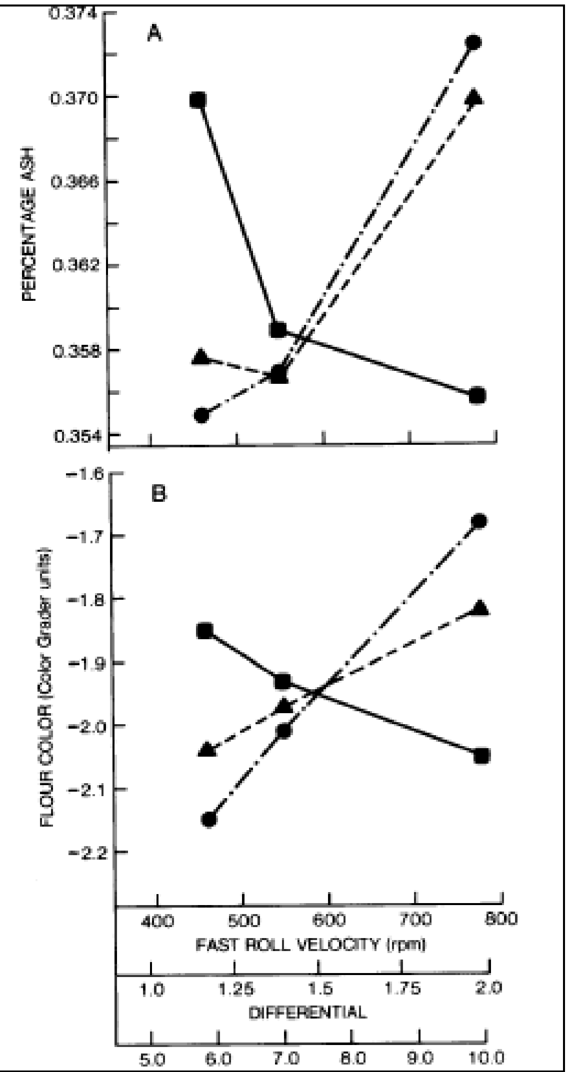
يؤدي تفاوت الاسطوانة المتزايد إلى الزيادةِ في ضررِ الطحينِ النشويِ، امتصاص الطحينِ للماءِ ، واستهلاك طاقة الطحن و تدهور في نوعيةِ الطحينِ (رماد ولون). التأثيرات يُمْكِنُ أَنْ تُوضّحَ بالمساهمةِ النسبيةِ لقوى الضغط و القص المؤثرة على جزيئات دقيق القمح التي تمر بمنطقة الطحن [١٣].

استخلاص الدقيق يزداد بشكل ملحوظ عندما يزداد التفاوت من 1.2:1إلى 1.4:1، ويثبت و لا يبدي ازدياد عندما ازداد التفاوت من1.4:1 الى2:1 في الشكل(٤-٣)A.

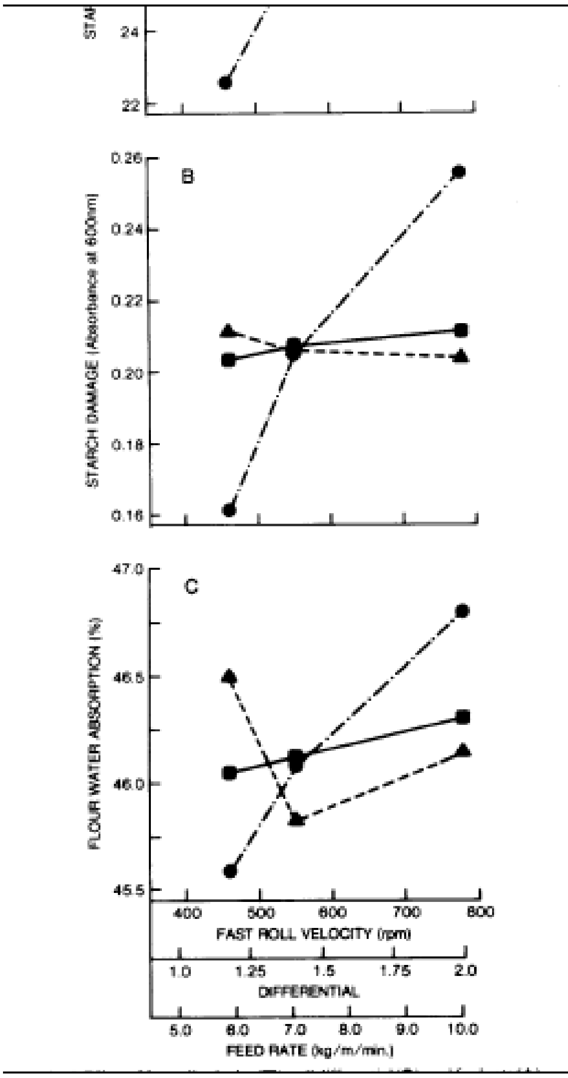
هذا يفُسّرَ بنقصان في نسبةِ كسرِ الطحينِ الخشنِ الشكل(٤-٥)A .جزيئات الطحينِ الخشنةِ على الأرجح شكّلتْ بقوى الضغط من كسر القصّ. نسبة الطحينِ الناعم (91 μm >) زادتْ بتقدم تدريجي بازدياد التفاوت الشكل(٤-٤) B. قوة القصِّ المتزايدةِ المقدمة بالتفاوت المتزايدِ إلى جزيئاتِ دقيقَ السّميذ خلال مرورها عبر منطقةِ الطحن تؤدي لخلق نسبة أعظم من الجزيئات الدقيق الأنعم و متطلبات طاقة الطحن الاضافية.

يقيم الضرر النشوي للدقيق بهضم الاميلوليتيك (قابلية تحلل النشاء) و قابلية انتزاع الأميلوس ، وامتصاص الماء للدقيق يتأثر أوليا بتفاوت الاسطوانات شكل (٤-٥).بازدياد التفاوت ستقدم قوى قص أكبر لجزيئات الدقيق.استخراج الدقيق يصبح ثابتاً عندما التفاوت يزداد من 2:1 إلى 1.4:1،الشكل (٤-٤) لكن طاقة الطحن تستمر بالازدياد.قوة القص المتزايدة بازدياد التفاوت سوف تنتج لدونة و الخضوع المطيلي للدقيق. طاقة الطحن المتزايدة المطلوبة لتفاوت

اكبر لا تصرف بضياعات الاحتكاك،لكن تستخدم لخلق انسجام أكبر بـين جزيئـات الـدقيق الناعمة و تمزق مناطق الكريستالية لحبات النشاء.



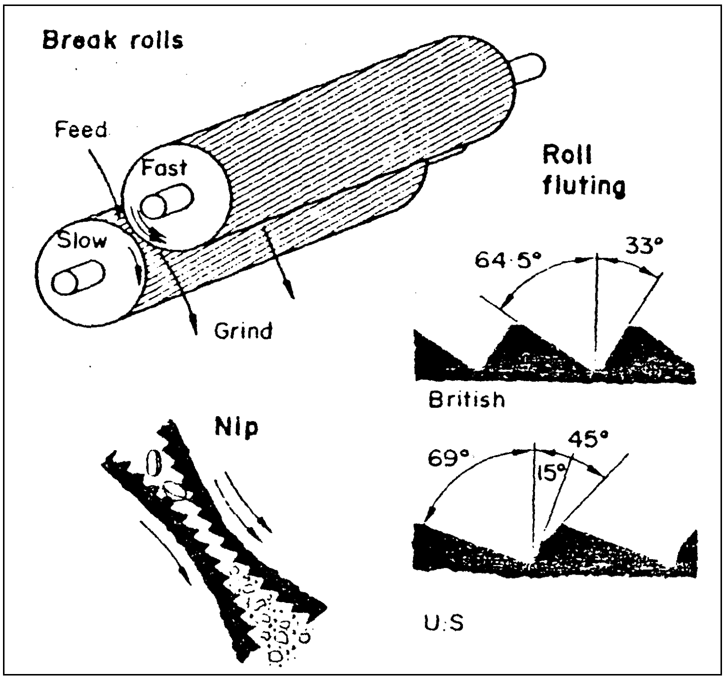
الشكل(٤-٦) تأثير التفاضل و السرعة و معدل التغذية على رماد و لون الدقيق



الشكل (٤-٥) تأثير التفاضل و السرعة و معدل التغذية على امتصاص الدقيق للماء و الضرر النشوي للدقيق

٤-٢-٤ عدد الأسنان بالسم الطولي:

تختلف هذه الأسنان من حيث العدد والعمق والشكل والحجم وفقاً لدرجة التنعيم المرغوب فيها الشكل (٤-٧). وتختلف عن بعضها من حيث العدد والعمق والشكل، [٢٠].



الشكل (٤-٧) اسطوانات الجرش المسننة

ويحدد عدد الأسنان عادة بعلاقتها مع زواياها وعمقها. ويزداد عدد الأسنان ويتناقص عمقها كلما تقدمت عملية الطحن جدول (٤-١)، أي أصبحت ذرات الدقيق أكثر نعومة ، وعموماً تصنف الأسطوانات بالنسبة لعدد أسنانها في واحد سم طولي بالآتي:

a- أسطوانات خشنة عدد أسنانها من 3-6cm.

b- أسطوانات متوسطة عدد أسنانها من 6.5-8.5cm.

c- أسطوانات ناعمة عدد أسنانها من 9-14cm.

d- أسطوانات ملساء.

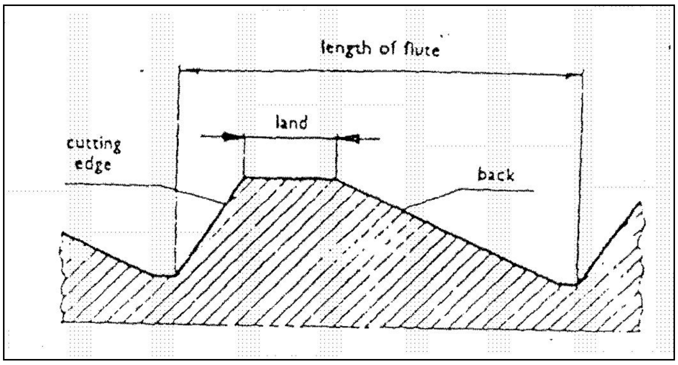
جدول (٤-١) عدد الأسنان /سم حسب الكسرات

رقم الكسرة	عدد الأسنان في/ سم	المسافة بين الاسطوانتينmm

الأولى	11.1-12	0.5
الثانية	10-11	0.15
الثالثة	7.1-8	0.09
الرابعة	5.5-6.5	0.08
الخامسة	4.5-4.7	0.07

٤–٢–٥ زاوية السن الإجمالية.

ويقصد بها مجموع زاويتي القطع وزاوية الظهر الخاصتين بالسن وتكبر هذه الزاوية كلما تقدمت عملية الطحن فهي تتراوح من 95-90 درجة في أسطوانات الكسرة الأولى ومن 105-°120 للكسرة الرابعة وتتراوح عندها زاوية القطع ما بين °40-30 وزاوية الظهر ما بين °60-75 على التوالي .الشكل (٤–٨).



الشكل(٤–٨) زاوية القطع والظهر والزاوية الإجمالية للسن

يعتمد كسر الحنطةِ أثناء الطحن الاسطواني الجرشة الأولى على الاتجاهات ومقاديرِ قوى الضغط و الشد و القص والناجمة بسبب زوايا الأسنان و السرعات التفاضلية للاسطوانات.
تختلف زاوية القطع بحسب التوضعات كالتالي:

جدول (٤–٢) زوايا العمل باختلاف التوضعات	
زوايا العمل	توضع الاسطوانات

	الاسطوانة السريعة	الاسطوانة البطيئة
Sharp-to-Sharp (S-S)	21º	21º
Sharp-to-Dull(S-D)	21º	67º
Dull-to-Sharp (D-S)	67º	º21
Dull-to-Dull (D-D)	67º	67º

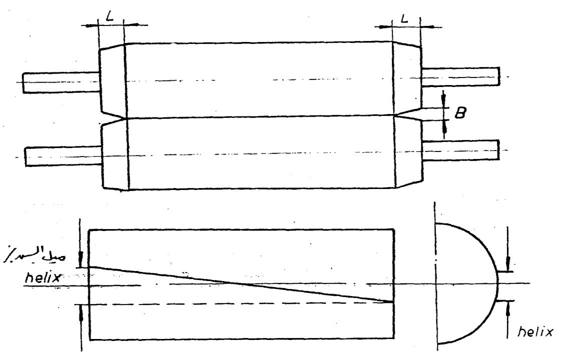
٤-٢-٦ ميلان خط السن:

وهو انحراف هذا الخط بزاوية معينة عن محور عمود دوران الأسطوانة والتي تمثل بالمسافة بين انحراف السن عن نقطة بدايته حتى الطرف الآخر للأسطوانة الممثل لنهايته . الشكل (٤-٩). ويعبر عنه عادة بنسبة الميلان بالنسبة للأسطوانة والذي تحسب من المعادلة التالية:

$$\text{نسبة الميلان \%} = \frac{T \times 100}{T'}$$

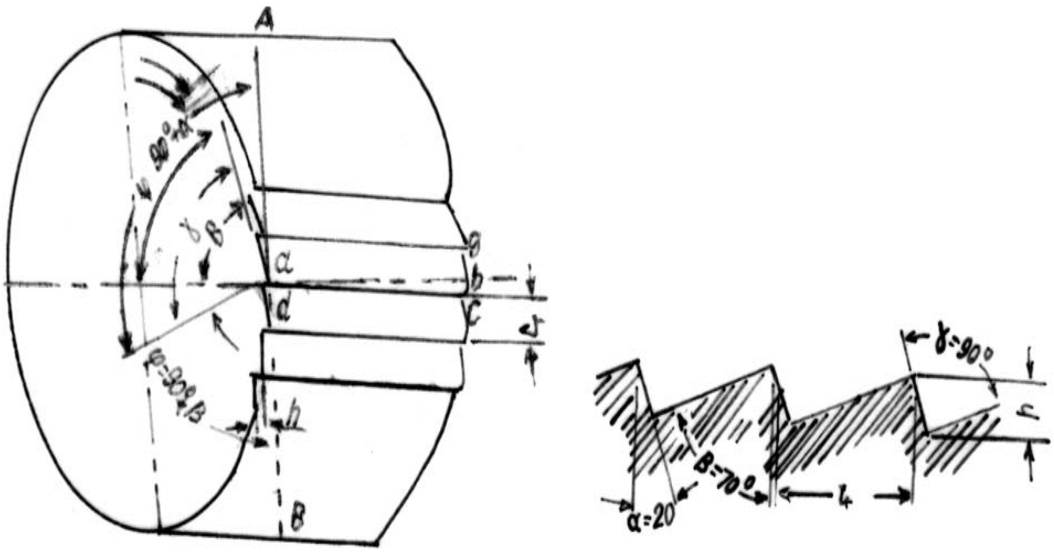
على افتراض أن : T= طول انحراف السن على سطح الأسطوانة المحيطي mm

T'= طول الأسطوانة mm .



الشكل(٤-٩) ميلان خط السن على محور الأسطوانة

وتساعد عملية انحراف الأسنان عن محور إدارة الأسطوانة على تنفيذ عملية الطحن فنياً من حيث قدرتها على التقطيع والتفتيت بما يشبه عمل المقص نتيجة لوجود هذا الانحراف في الأسطوانتين اضافة إلى دورانهما باتجاهين متعاكسين بفارق في سرعتيهما.الشكل(٤-١٠).



الشكل(٤–١٠) انحراف الأسنان عن محور إدارة الأسطوانة

٤–٢–٧ توضع الاسطوانات بالنسبة لبعضها:

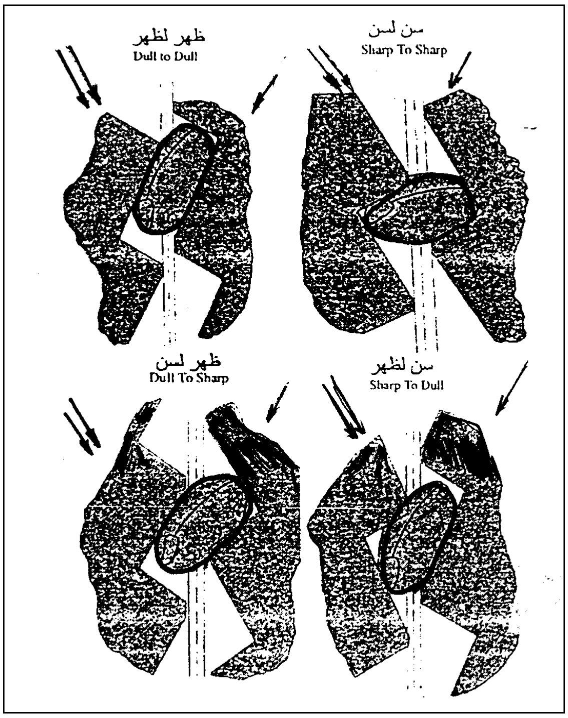
يشير الاتجاه إلى حركة الزاوية أو طرف السن الذي يقوم بفعل القوة على أسطوانة الطحن الشكل(٤–١١) حيث تعني الوضعية ظهرا" لظهر أن ظهر السن (طرف الزاوية الكبيرة) من الاسطوانة السريعة يمر على ظهر الزاوية من الأسطوانة البطيئة .

تُستخدم هذه الوضعية في نظام الكسرات في معظم المطاحن لتجنب عملية قطع النخالة ، ولكن في مطاحن السميد تستخدم الوضعية سن لسن لزيادة عملية القطع وتقليل إنتاج حبيبات ناعمة . أما الوضعيات الأخرى فهي سن لزهر وظهر لسن فتستخدم في بعض المطاحن لتخفيض الطاقة أو زيادة عمر أسنان الأسطوانات [٢٠].

يستعمل أربعة أوضاع مختلفة للأسطوانات هي :

أ- سن لسن: قص تام لقمح طري جداً ب– ظهر لسن : قمح متوسط الطراوة

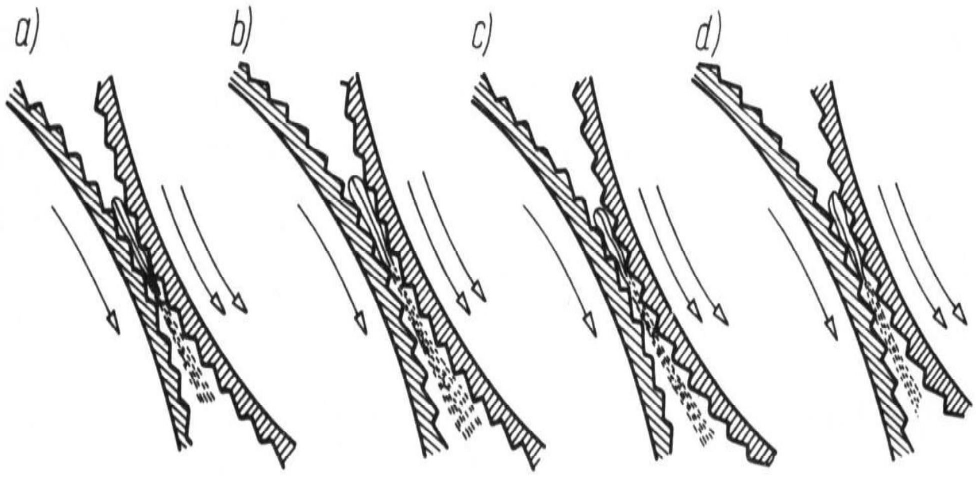
ج– ظهر لسن : قمح قاس د– سن لظهر :قمح متوسط القساوة .



الشكل(٤-١١) الوضعيات الأربعة لأسطوانات الطحن

٤-٢-٧-١ تأثير توضع الاسطوانات على شكل الكسر:

باستخدام فيدو ذو سرعة عالية تظهر النتائج انزلاق هام بين الحبوب و الأسنان عند استخدام زاوية الظهر، خصوصاً عندما تكون زاوية الظهر على الاسطوانة السريعة. تعطي وضعية سن لسن نسبيا تحطما" جزئيا" منتظما" أو بخطوط مستقيمة فوق معدل الحجم الجزئي—212 2,000 µm . أما وضعية ظهر لظهر فتعطي تحطما" بشكل U مع جزيئات أكبر و أصغر وبعضهم في مجال الحجم الوسطي.حجم التحطمات في الوضعيتين الباقيتين امتدت بينهما و أعطت انتقالا" من تحطمات بالخطوط مستقيمة لوضعية سن لسن،و قليلا الشكل Uلوضعية سن لظهر، أكثر انحناء من ظهر لسن . تأثير الفجوة غير التوازن بين الجزيئات الكبيرة والصغيرة.



الشكل (٤-١٢) اختلاف سحق الحبة باختلاف الوضعيات الأربعة لأسطوانات الطحن

a) D-D b) S-D c) D-S d)S-S

٤-٢-٧-٢ تأثير توضع الاسطوانات على ترتيب زمن الكسر:

يظهر الشكل (٤-١٣) عملية كسر الحبة بوضعية ظهر لسن (D-S) . تشير الأسهم السوداء إلى نقاط الالتقاء الأولى لكل اسطوانة. بينما تشير الأسهم البيضاء على الاسطوانة لمكان فتح الحبة.

الفرق بين الكسر الموضح في الشكل (3-13)مع الوضعية S-S يقودنا إلى أربع استنتاجات:

١. الكسر بوضع D-S يحدث بعد 5.5 µsec الارتباط الأولي للحبة بين الاسطوانتين والتي أكثر تأخرا من وضعية S-S (0.5 µsec) .

٢. الحبة تضغط بشكل ملحوظ قبل أن يحدث الكسر الواضح.

٣. هناك هبوط بين الحبة و أسنان الاسطوانة السريعة. بمقارنة الشكل(٤-١٣)A,Cإذا لم يحدث انزلاق، النهاية المقادة للحبة سوف تكون في موضع نقطة الالتقاء الأولي على الاسطوانة السريعة.محدد بالسهم الأسود.

على أية حال، بعد 5.5 µsec ،هناك اجتياز لنقطة الالتقاء الأولي على الاسطوانة البطيئة. مدى الهبوط > 80 %. هذا يَعْني انفعال القصَّ الناتج عن الحبة %20>α من ذلك في S-S.

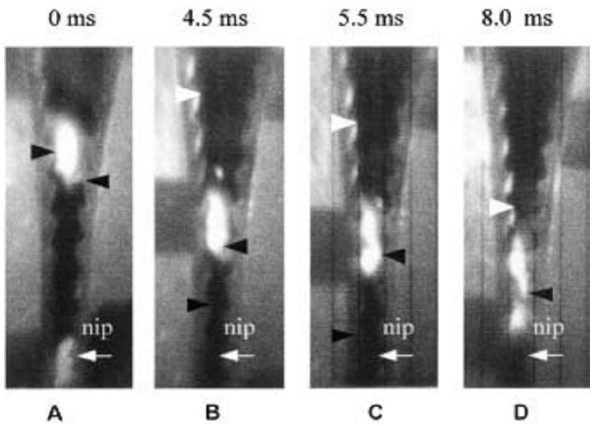
٤. ليس هناك تعاقب في أحداث الكسرِ المنفصلةِ كما حُدِثتْ تحت S-S ؛ بدلاً مِن ذلك الحبة وأجزاء لاحقة تَسْحقُ أولياً بدلاً مِنْ أن تنقسم .

٤-٢-٧-٣ تأثير توضع الاسطوانات على القوى المؤثرة:

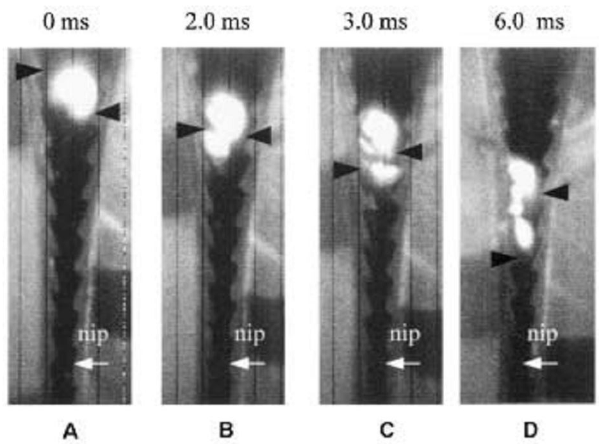
المعادلةِ 1 تبين انه بانخفاض انفعال القصِّ ،يزداد انفعال الشد الرئيسε_2 .

$$\varepsilon_{1-2} = -\frac{\varepsilon x}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{-\varepsilon x}{2}\right)^2 + \left(\frac{\gamma xy}{2}\right)^2} \quad (1)$$

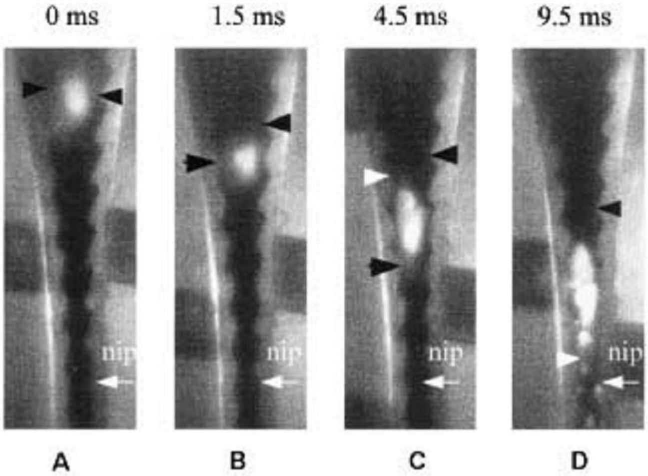
إذا كان انفعال القص صفرا"، الـــε_2 سَيَكُونِ صفر أيضا.معε_2 الأصغر الحبة ممكـــن أن لا تتكسر بسبب إجهاد الشد. وبدل ذلك سوف تتكسر بإجهاد الضغط. إذا تكسرت الحبـــة بإجهـــاد الشد ، مستوي الكسر سوف يكون أقرب إلى اتجاه المحـــورx، و لكـــن إذا تكـــسرت بإجهـــاد الضغط ، مستوي الكسر سوف يكون أقرب إلى اتجاه المحورy، الشكل(٤-١٤) يبين أن الحبة في الحقيقة تكسرت بإجهاد الضغط. الشكل (٤-١٤) و (٤-١٥) يرينا كسر الحبة بوضـــعيات S-D و D-D . إنّ أنماطَ الكسرَ مشابهة لحالاتِ SS و D-S على التوالي. على أية حال، لأن الحافةَ العاملةَ للأسنان على الاسطوانة البطيئةِ عند زاوية ظهر، ستحدث انزلاق بين الحبـــة و السن.وهو يُصورّ تلك الحبة انزلقت نسبة إلى كلتا الاســطوانتين الـــسريعة والبطيئـــة. هـــذا الانزلاق حتماً يُخفّضُ انفعال القصَّ المقدم إلى الحبة.تصوير الفيديو السريعِ لكسر حبة القمـــح يظهر عدم وجود انزلاقات بين الحبوب والأسنان قبل الكسر في وضعية S-S ولكـــن الهبـــوطَ الأكبر نسبة إلى زاوية الظهر العاملة تحت التوضعات الأخرى.



الشكل (٤-١٣) كسر الحبة بوضعية ظهر لسن (D-S) .



الشكل (٤-١٤) كسر الحبة بوضعية سن لظهر (S-D) .



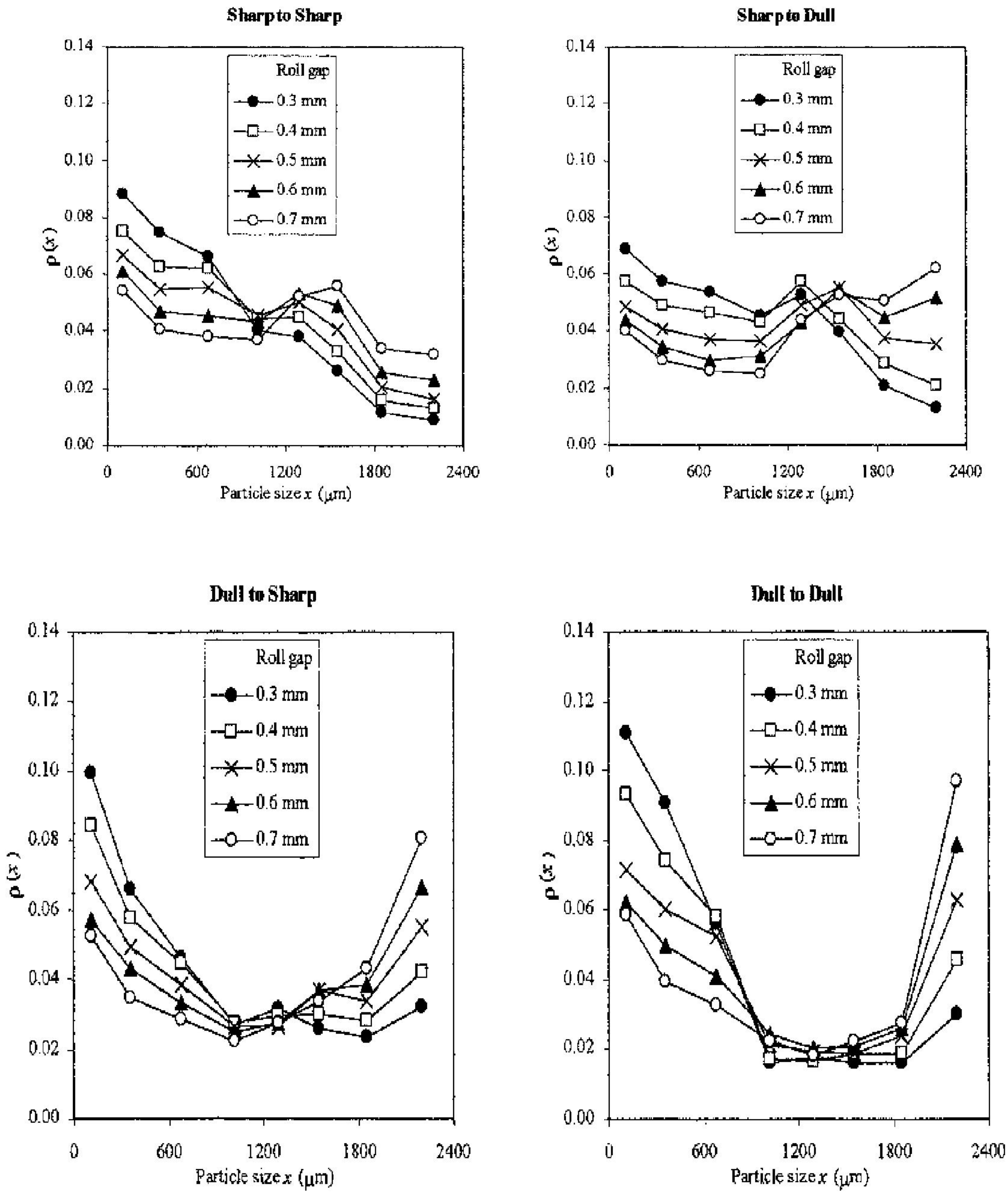
الشكل(٤-١٥) كسر الحبة بوضعية ظهر لظهرD-D

٤-٢-٧-٤ تأثير توضع الاسطوانات على أنماط الكسر :

يُمْكِنُ أَنْ يُميّزَ اثنان مِنْ أنواعِ نمط الكسرِ: فتح الحبة وإطلاق الاندوسبيرم. في الكسر فتح الحبة ، كلا النخالة و الاندوسبيرم تحَطّم سوية لإعْطاء القليل من الجزيئات كبيرة؛ نتيجة أحداثِ الكسرِ المتعاقبةِ في مدى تحطيم جزيئات عريض وحادَ نسبيا مِنْ حجومِ الجزيئة. في كسر إطلاق الاندوسبيرم ، تُسبّبُ قوى الضغط تفكك الاندوسبيرم الهشّ بينما يَتْركُ النخالةَ السليمةَ نسبياً.

في الطحنS-S يهيمن الكسر فتح الحبة ، مؤديا إلى حدث تحطيم الجزيئاتِ واسع و نسبي ، أما إطلاق الاندوسبيرم يهيمن خلال الطحنD-D ، مؤديا إلى تحطيم على هيئة U مع العديد مِنْ الجزيئاتِ الصغيرةِ والكبيرةِ لكن بِضْعَة في المدى الوسطي. الطَحْن S-D وD-S يمتد بين هذه النهاياتِ، معطيا انتقالا" مِنْ تحطمات الخَطِّ المستقيمةِ ل S-S ، قوّسَ بعض الشّيء ل S-D ، أكثر تَقْوساً ل D-S ، وكثيرا على هيئة U ل D-D

يَسُودُ كسرُ إطلاق الاندوسبيرم للقمح الأطرى، ناتجا في انتقال أسرع و تحطمات على هيئة U بوضوح أكثر.



الشكل(٤-١٦) توزيع حجم الجزيئات عند فجوات مختلفة و توضعات مختلفة

٤-٢-٧-٥ تأثير توضع الاسطوانات على التوزع الحجمي الجزيئي :

الشكل(٤-١٦) يبين التوزع الحجمي الجزيئي الناتج مِنْ الطَحْن عينات من القمح القاسي في فجوات طحن الاسطوانات مختلفةِ و وضعية الاسطوانات المختلفة.

لوضعية سن لسن تمر الحبوب بكسر افتتاحي أولي بحدوث الكسرِ لَيسَ فقط للاندوسبيرم لكن أيضاً النخالة. توزيعاتُ الحجمِ الناتجةِ في الشكل(٤-١٦) يُمكنُ أَنْ توَصفَ تقريباً بالخطوطِ المستقيمةِ للمنحني المنخفض تدريجياً. إنّ نسبةَ الجزيئاتِ في مدى الحجمِ المُعطى محددة

بالمساحة تحت المنحنيات. لكلا نوعي القمح نتائج الطحن الاسطواني في الجرشة الأولى في النسبة الأعظم (بالكتلةِ) مِنْ الجزيئاتِ الصغيرةِ منها من الجزيئاتِ الكبيرةِ. كفجوة أسطوانات متزايدة مِنْ 0.3mm إلى 0.7mm ، ويحدث أقل كسر ناتج بجزيئات كبيرة أكثر وجزيئات صغيرة أقل، وهذا يغير انحدار الخط .

وضعية ظهر لظهر يسمح بالانزلاق بين الحبة و الأسنان و بهذا يعطي إجهاد قص أقل و ضغط أكبر متناسب. كسر إطلاق الاندوسبيرم هكذا يُسيطرُ عليه، نِتاج في التَحْطيم الكبيرِ وتجزؤِ الاندوسبيرم لكن بإبقاء طبقات النخالةِ مع الاندوسبيرم العالق مسطح و سليم بشكل كبير.

هكذا، بينت توزيعاتَ الحجمِ الجزيئةَ في الشكل (٤-١٦) لوضع D-D لنوعي القمح هي بشكل U مع جزيئات صغيرة (اندوسبيرم محطم). والعديد مِنْ الجزيئاتِ الكبيرةِ (جزيئات نخالةِ سليمة) ، و نسبياً مواد قليلة في مجالات الحجمِ المتوسّطةِ.

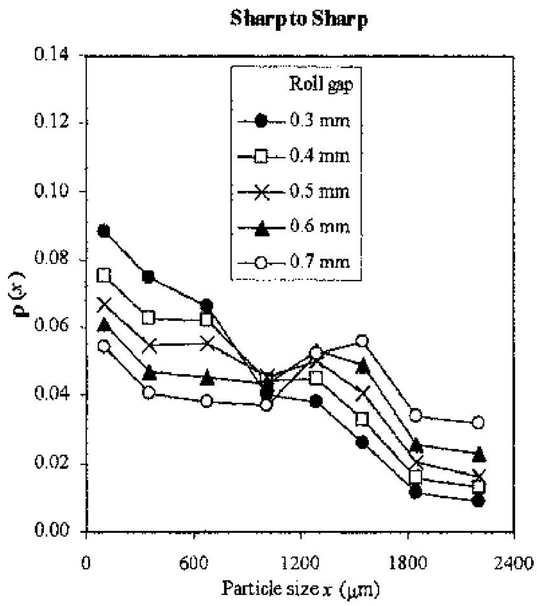
الكمية من التقسيمات على هيئة U والقطع المتميزة للجزيئاتِ الكبيرةِ والصغيرةِ المنزوعة من النخالة و الاندوسبيرم خلال النخل. هذا بلا شك السببُ الذي يجعل الوضعية D-D في الجرشة الأولى مستحبة في الطحن.

تتراوح توزيعات الحجمِ الجزيئةَ الناتجة عن طحن S-D وD-S بين النهاياتِ المعطاة مِن قِبل S-S and D-D ، مبدية انتقالا" مِنْ مرحلة كسر فتح الحبة مهيمن إلى كسر إطلاق الاندوسبيرم ، الانتقال الحاصل بسرعة أكبر قمح الطري، الذي يبدي أيضاً نسبة أعظم من الجزيئات الصغيرة لفجوة أسطوانات و توضع أسطوانات معطاة، مقَارنة بالقمح القاسي. اندوسبيرم القمح الطري له صلاتُ أضعفُ بين حُبَيبات النشا ومصفوفة البروتينَ، ويَتحلّلُ إلى الجزيئاتِ الصغيرةِ بسهولة أكثر ، تَفْقدُ طبقاتُ النخالةِ الخارجيةِ دعمهم وتنهار بدون كسرِ كبيرِ. هكذا نجد يسيطر على كسر القمح الطري أنماطِ كسرِ إطلاقِ الاندوسبيرم ،الناتج في استخلاص كبير في الجرشة الأولى والعديد مِنْ جزيئاتِ النخالةِ المُسَطَّحةِ الكبيرةِ.

٤-٢-٨ تأثير فجوة الطحن:

تأثير فجوةِ الاسطوانة أَنْ يُغيّرَ التوازنَ بين الجزيئات الكبيرة والصغيرة [١٦]، بازدياد فجوة الأسطوانات يحدث كسر أقل، مؤدياً لكسور ذات جزيئات كبيرة أكثر.

الشكل (٤-١٦) يبين التوزع الحجمي الجزيئي الناتج مِنْ الطَحْن عينات من القمح القاسي في فجوات طحن الأسطوانات مختلفةِ و وضعية الاسطوانات المختلفة.

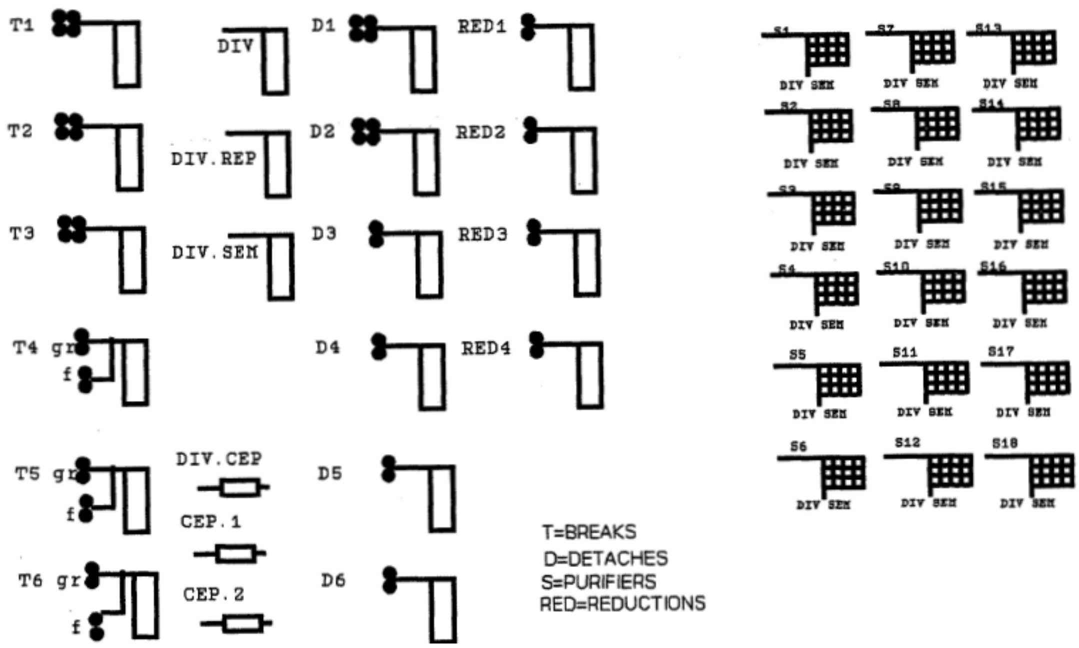


الشكل(٤-١٦) يبين التوزع الحجمي الجزيئي الناتج مِنْ الطَحْن
في فجوات طحن الاسطوانات مختلفة

الفصل الخامس:

٥- ١ ترتيب عمليات الطحن و النخل:

يعتمد في تصميم المطاحن مخطط يدعى (مخطط الطحن) وهو يبين ترتيب عمليات الجرش و التخافيض و التناعيم و كذلك ترتيب المناخل و دقاقات السميد وكمثال عليها الشكل (٥-١).



الشكل (٥-١) مخطط الطحن

نلاحظ في المخطط السابق ست جرشات و منها ناعم وخشن بالاضافة إلى ستة تحاويل و أربع تنعيمات و ثمانية عشر منخل تتوسط المراحل السابقة .

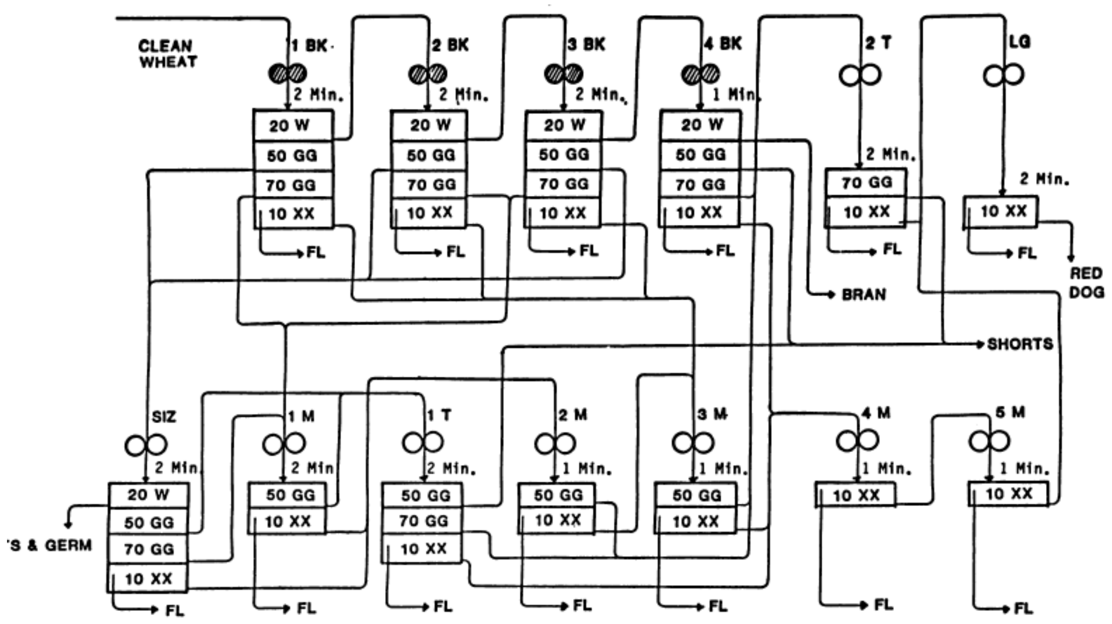
إن تعديلات مخططات الطحن لمستويات الاستخلاص المختلفة كانت نتيجة لسلسلة من الاختبارات تقيم المواصفات التقنية الصحيحة للأجهزة ومحصلة بيانات الطحن.

٥-٢ تغيرات مخطط الطحن حسب الاستخلاص:

إن تغيير هذه المراحل السابقة و إلغاء أو زيادة مراحل منها يلعب دوراً هاماً في الاستخلاص و زيادة و كذلك تغيير خواص الدقيق الناتجة و لاسيما الرماد و اللون[1]. و فيما يلي نماذج لمخططات طحن بحسب الاستخلاصات المطلوبة.

٥-٢-١ مخطط الطحن لاستخلاص طحينِ 74 و76 %:

هذا المخطط يشمل 4 آلات جرش القمح، تحجيم واحد،تخفيضان اثنان ، وخمـــسة تنعيمـــات (الشكل٥-٢). إنّ وظيفةَ اسطوانة التحجيم أَنْ تُخفّضَ حجم الجزيئة وتقـــشير الجنـــين. وهـــي يجب أنْ تُصممَ لتجنب تَقْشير جزيئات الاندوسبيرم. بـــدون طحـــن آخـــر لا يمكـــن كـــسر الاندوسبيرم حتى مع إطالة مدة النَخْل.

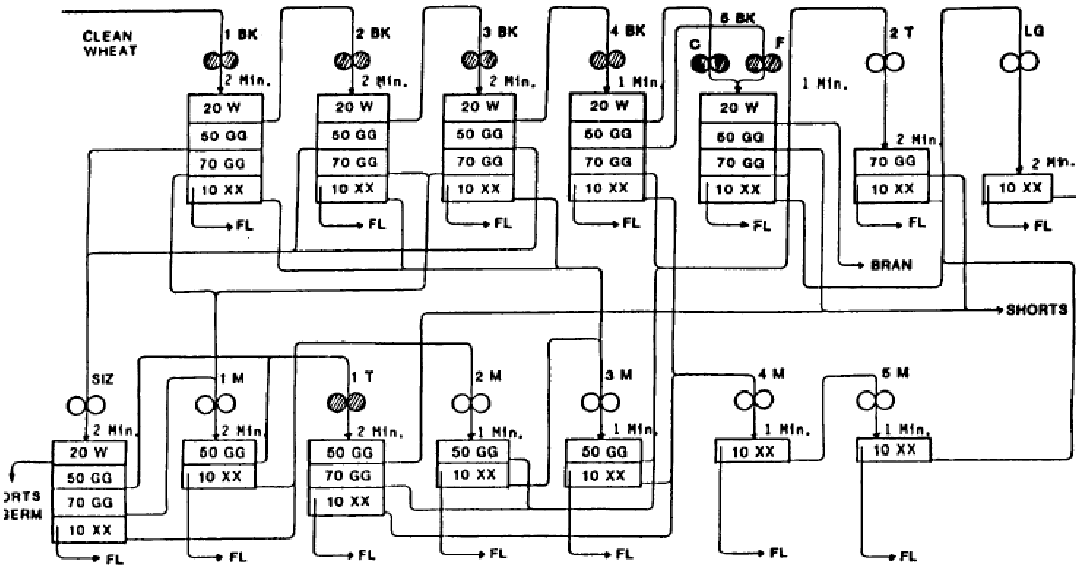


الشكل (٥-٢) مخطط الطحن عند استخلاص ٧٤%-٧٦%

٥-٢-٢ مخطط الطحن لاستخلاص طحينِ 78 %:

على أساس مخطط تدفق الاستخلاص٧٤ و٧٦ % ، تضاف طحنة خامسة خـــشنة و طحنـــة خامسة ناعمة لتَطْويل نظامِ الطحن وزيادة مستوى اســـتخلاص الاندوســـبيرم مِـــنْ النخالـــةِ (الشكل٥-٣). تَسْمحُ تقسيمات الطحنة الخامسةِ إلى الاسطوانات الخشنةِ والناعمـــةِ بالـــسيطرة على الطحن أكثرَ لكي يتم استخلاص الاندوسبيرم بسهولة وتصفية النخالةِ لتقليلها.

في مخطط تدفق الطحن هذا ، التَعْقيب الأول (1T) باسطوانات ناعمة تَستبدلُ بـــزوج مـــن الاسطوانات المتموّجةِ مما يزيد عمل القَشْط على كسرِ النخالةِ المنتزعة.

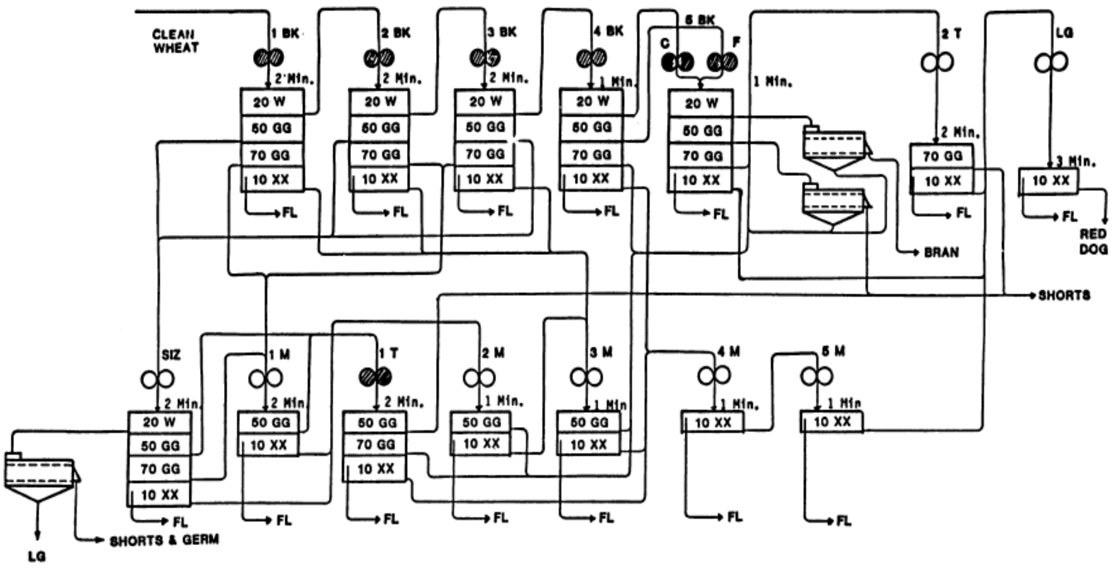


الشكل (٤-٣) مخطط الطحن عند استخلاص ٧٨%

٥-٢-٣ مخطط الطحن لاستخلاص طحينِ 82-80 %:

مخطط التدفق ل٨٠ و٨٢ % استخلاص طحينٍ. للحُـصُول علـى مـستوى عـالٍ مـستوى استخلاص الطحينِ، مع المحافظة على نظافة الدقيق من النخالةِ.

وهنا تدمج منافض النخالة إلى مخطط التدفق هذا ليَكُونَ عِنْدَها إضافة على 20W و50GG مِنْ BK 5 لتنظيف أقوى (شكل٥-٤).



الشكل (٥-٤) مخطط الطحن عند استخلاص ٨٠%-٨٢%

الفائض العلوي من نظام الفرز sizing يتألف من رقائق الجنين و رقائق النخالة مع كمية محدودة من الاندوسبيرم ، تؤثر عملية الطحن باستعمال اسطوانات ذات أسنان ناعمة على فصل النخالة و سوف تسحق حتما رقائق الجنين و تقدمه للدقيق. [1]

تستعمل الأسطوانات الناعمة في التخفيض لإزالة فعل القطع ، و تستعمل نفاضة النخالة لمعالجة هذا المخزون. تؤثر نفاضة النخالة في فصل الاندوسبيرم دون كسر لرقائق الجنين.

الفصل السادس

الاختبارات العملية

٦-١ المطاحن المدروسة:

٦-١-١ مطحنة خان طومان:

تعتبر مطحنة خان طومان من أحدث المطاحن الموجودة في القطر ، و تقدر كمية الإنتاج أو طاقة المطحنة بـ٥٠٠ طن/يوم ، وتبلغ نسبة الاستخراج 82.97% .

جدول (٦-١)المواصفات التقنية لمطحنة خان طومان

Grind	الطول Length mm	سن / سم Ri/cm	الميل % Dr	زاوية السن R(°)	توضع الستندرات R1/S1	نسبة نقل السرعة Transmission	السطح Surface cm^3
Br1	2x1000	4	8	30/65	R-R	1:1.8	
Br2	4x1000	9	12	40/70	R-R	1:2.5	
Br3c	2x1000	8	12	40/70	S-S	1:2.5	
Br3f	1x1000	7.5	12	40/70	S-S	1:2.5	
Br4c	2x1000	9	12	40/70	S-S	1:2.5	
Br4f	1x1000	10	12	40/70	S-S	1:2.5	
Br5	2x1000	10	12	40/70	S-S	1:2.5	
Red1	3x1000	10	12	40/70	R-R	1:2.5	
Red2	2x1000	–	-			1:1.25	
Red3	1x1000	–	-			1:1.25	
Gr1	3x1000	–	-			1:1.25	
Gr2	2x1000	–	-			1:1.25	
Gr3	2x1000	–	-			1:1.25	
Gr4	1x1000	–	-			1:1.25	
Gr5	1x1000	12	14	45/75	S-S	1:2.5	
Gr6	1x1000	12	14	45/75	S-S	1:2.5	
Gr7	1x1000	12	14	45/75	S-S	1:2.5	
Gr8	1x1000	12	14	45/75	S-S	1:2.5	

٦-١-٢ مطحنة الشهباء:

تقع مطحنة الشهباء قرب المطار المدني، و تقدر كمية الإنتاج أو طاقة المطحنة ب١٢٥طن /يوم ، وتبلغ نسبة الاستخراج 79.96 % .يبين الجدول (٦-٢) مواصفات هذه المطحنة.

جدول (٦-٢)المواصفات التقنية لمطحنة الشهباء

Grind	الطول Length mm	سن / سم Ri/cm	الميل Dr %	زاوية السن R(°)	توضع السلندرات R1/S1	نسبة نقل السرعة Transmission	السطح Surface cm^3
Br1	2x1000	5	5	35/70	S-S	1:1.8	
Br2	2x1000	6.5	6.5	35/70	S-S	1:2.5	
Br3	2x1000	8	7.5	40/70	S-S	1:2.5	
Br4	2x1000	9	9	40/70	S-S	1:2.5	
Br5	1x1000	10	10	45/75	R-R	1:2.5	
Red1	2x1000	10	10	40/70	S-S	1:2.5	
Red2	2x1000	10	10	40/70	S-S	1:1.25	
Red3	1x1000	10	10	45/75	S-S	1:2.5	
M1	2x1000	–	-			1:1.25	
M2	1x1000	–	-			1:1.25	
M3	1x1000	12	12	45/75	S-S	1:1.25	
M4	1x1000	12	12	45/75	S-S	1:1.25	
M5	1x1000	12	12	45/75	S-S	1:2.5	
M6	1x1000	12	12	45/75	S-S	1:2.5	
M7	1x1000	12	12	45/75	S-S	1:2.5	
M8	1x1000	12	12	45/75	S-S	1:2.5	
M9	1x1000	12	12	45/75	R-R	1:2.5	

٦-١-٣ مطحنة منبج :

تقع مطحنة منبج في مدينة منبج ، كمية الإنتاج تقدر ب٥٠٠ طن/يوم ، نسبة الاستخراج 84.44 % . يبين الجدول (٦-٣) مواصفات هذه المطحنة.

جدول (٦-٣)المواصفات التقنية لمطحنة منبج

Grind	الطول Length mm	سن / سم Ri/cm	الميل % Dr	زاوية السن R(°)	توضع الستندرات R1/S1	نسبة نقل السرعة Transmission	السطح Surface cm^3
Br1	2x1000	4	8	30/65	R-R	1:1.8	
Br2	4x1000	9	12	40/70	R-R	1:2.5	
Br3c	2x1000	8	12	40/70	S-S	1:2.5	
Br3f	1x1000	7.5	12	40/70	S-S	1:2.5	
Br4c	2x1000	9	12	40/70	S-S	1:2.5	
Br4f	1x1000	10	12	40/70	S-S	1:2.5	
Br5	2x1000	10	12	40/70	S-S	1:2.5	
Red1	3x1000	10	12	40/70	R-R	1:2.5	
Red2	2x1000	–	-			1:1.25	
Red3	1x1000	–	-			1:1.25	
Gr1	3x1000	–	-			1:1.25	
Gr2	2x1000	–	-			1:1.25	
Gr3	2x1000	–	-			1:1.25	
Gr4	1x1000	–	-			1:1.25	
Gr5	1x1000	12	14	45/75	S-S	1:2.5	
Gr6	1x1000	12	14	45/75	S-S	1:2.5	
Gr7	1x1000	12	14	45/75	S-S	1:2.5	
Gr8	1x1000	12	14	45/75	S-S	1:2.5	

٦-٢ الاختبارات:

جدول (٦-٤)اختبارات مكونات الدقيق

Flour Composition Tests

Composition	Analytical Test
Protein	Kjeldahl & NIR
Carbohydrates	Calculated by difference
Starch	Iodine Test
Fiber	Crude & Dietary Fiber
Fat	Soxhlet & NIR
Minerals	Ash
Moisture	Air oven & NIR

جدول (٦-٥)اختبارات وظائف الدقيق

Flour Functional Tests

Functional Testing	Instrument
Flour Strength	Alveograph
Mixing strength	Farinograph
	Mixograph
Dough Characteristics	Extensograph
Pasting characteristics	Viscoamylograph

Other Tests

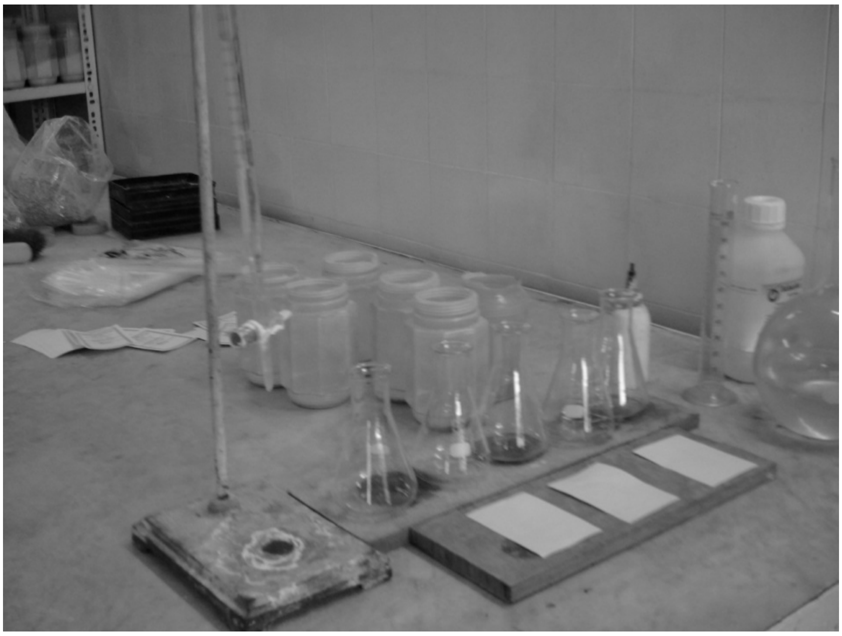
Hagberg Falling Number – Sprouted wheat enzymes

٦-٢-١ اختبار الحموضة:



الشكل(٦-١) وزن عينات الدقيق

يؤخذ(5gr)من الدقيق مع(100 ml)من الماء المقطر وترج في بوتقة ثم نضيف كاشف فينول فتالين ثم تترك ٥دقائق بعد ذلك نضيف ماءات الصوديوم العشر العياري (10mlمن ماءات الصوديوم مع 100mlمن الماء المقطر)، تضاف الماءات تدريجياً مع التحريك حتى يصبح اللون زهريا" و يثبت اللون.



الشكل (٦-٢) اختبار الحموضة

٦-٢-٢ اختبار الرطوبة:

يتم باستخدام الفرن بوزن العلبة فارغة

و وزن الدقيق من gr 5.0085-50001

ويجمع الناتج ثم توضع في الفرن بدرجة حرارة 105 c وتترك لمدة ساعتين و تخرج وتبرد وتوزن يحسب الفرق بين العلبة مع الدقيق قبل و بعد الفرن ويقسم على وزن الدقيق الأولي فنحصل على الرطوبة.



الشكل (٦-٣)اختبار الرطوبة

٦-٢-٣ اختبار الرماد:

ويتم بوزن عينة من الدقيق

F=3.0001-3.0085 gr

ثم توزن البوتقة M و تجمع B= (F+M) و توضع في الفرن 4 ساعات بدرجة حرارة 900 C و تخرج بعدها لتبرد و توزن A ويحسب الرماد:

رقم الرماد= وزن الرماد (الفرق بينB وM) مقسوما على وزن العينة و ونسبة وزن المادة الجافة.



الشكل(6-٤) اختبار الرماد

6-٢-٤ اختبار الغلوتين:



الشكل (6–٥) اختبار الغلوتين

نأخذ (5gr) من الدقيق مع(2.4 ml) من الماء المقطر المملح ، تعجن وتترك ثم تغسل بالماء لمدة min ١٠ حتى يزول النشاء ، و يبقى البروتين و توزن بعد تجفيفها توزن ثم نضرب بـ٢ نحصل على الغلوتين الرطب.

6–٢–٥ الاختبار الكمي:

يتم باستخدام المنخل الاختباري ،نأخذ 50 gr من الجرش و توضع في المنخل ذي الطبقات 265 micronبالنسبة للعلوي و 12xx بالنسبة للمنخل السفلي مدة 5 دقائق.



الشكل (6-٦) الاختبار الكمي

6-٢-٦ اختبار اللون:

يتم بواسطة جهازساتيك وذلك بخلط 50 gr من الدقيق مع 100mlالماء المقطر و توضع في الجهاز و يحرك القرص يدويا و تؤخذ القراءة.



الشكل (6-٦)اختبار اللون

6-٣ القراءات:

جدول (6-٦)الاختبارات الكمية لعينات الجرش مطحنة خان طومان				
grind	كمية الدقيق	نسبة الاستخلاص%	نسبة الاستخلاص من الكلي	
Br 1	2	4 %	غير مضاف	
Br 2	2.6	5.2%	5.2%	
Br 3c	1.5	3%	2.8%	
Br 3f	4	8%	7.6%	
Br 4c	2	4%	3.8%	
Br 4f	3.5	7%	5.9%	
Br 5	2	4%	2.9%	
Red 1	7.5	15%	10.8%	
Red 2	5.5	11%	6.7%	
Red 3	3.8	7.6%	4.1%	
Gr 1	12	24%	12%	
Gr 2	3.4	6.8%	2.8%	
Gr 3	4	8%	1.4%	
Gr 4	6	12%	3.9%	
Gr 5	3.5	7%	2%	
Gr 6	–	–	-	
Gr 7	2.8	5.6%	1.5%	
Gr 8	1.9	3.8%	0.95%	
1			3.7%	.
2			2.5%	
vs			2.42%	
المجموع	**82.97%**			

جدول (6-٧)الاختبارات الكمية لعينات الجرش مطحنة الشهباء

Grind	كمية الدقيق gr	نسبة الاستخلاص من المرحلة	نسبة الاستخلاص%من الكلي	
Br 1	1.8	3.6	3.6%	
Br 2	1.7	3.4	3.4	
Br 3	1.3	2.6	2.8	
Br 4	1	2	1.83	
Br 5	1.1	2.2	1.97	
Red 1	5.9	11.8	10.47	
Red 2	5.3	10.5	8.2	
Red 3	2.8	5.7	4	
M 1	7.5	15	9.9	
M 2	5	10	6	
M 3	5.6	11.2	5.6	
M 4	4	8	3.6	
M 5	3.4	6.8	2.8	
M 6	3.4	6.8	2.6	
M7	1.8	3.6	1.6	
M8	1.7	3.5	1.2	
M9	1.2	2.4	0.77	
1			4	
2			3	
vs			2.32	
المجموع		**79.96%**		

جدول (6-٨) الاختبارات الكمية لعينات الجرش مطحنة

منبج		
ملاحظات	نسبة الاستخلاص%	grind
	16.62	2Br
	2.94	3Br.c
	3.16	3Br.f
	4.43	4Br
	1.18	5Br
	2.75	1Grad
	1.81	2Grad
	17.61	1Red
	6.47	2Red
	1.81	3Red
	7.22	1Gr
	5.47	2Gr
	3.51	3Gr
	2.17	4Gr
	1.12	5Gr
	0.92	6Gr
	1.54	7Gr
	0.44	8Gr
	0.83	V.s.
	18	Bran
	82	Flour
	100	Br
84.44%		المجموع

جدول(6–١٠) اختبارات التحبب و الحموضة و اللون و الغلوتين

مطحنة خان طومان

الاختبار Grind	**التحبب**	**الحموضة**	**اللون**	**الغلوتين الرطب %**	**ملاحظات**
Br 1	99/63	2.6	3.1	30.6%	
Br 2					
Br 3c	99/72	2.6	5.2	35.6%	
Br 3f	99/72	1.8	4.6	31%	
Br 4c	99/53	2.2	6.6	35.8%	
Br 4f					
Br 5	84/53	5.4	12.1	32.4%	
Red 1	92/27	2.4	3	30.8%	
Red 2	75/45	4.6	1.2	31%	
Red 3	80/63	4.8	12.8	28%	
Gr 1	50/16	1.2	13.5	28.6%	
Gr 2	97/42	2.4	3.8	31.8%	
Gr 3	100/60	2.4	0.5	33.2%	
Gr 4	100/54	2.8	8.6	30.2%	
Gr 5	100/97	6.2	مقارنة	9.2%	
Gr 6					
Gr 7	99/77	6	17.1	29.8%	
Gr 8	40/28	4	Dark	20.6%	

جدول(6–١٠) اختبارات التحبب و الحموضة و اللون و الغلوتين

مطحنة الشهباء					
الاختبار Grind	التحبب	الحموضة	اللون	الغلوتين	ملاحظات
Br 1	99/41	3.6	6.2	28.6	
Br 2	100/69	3.2	3.2	29.3	
Br 3	80/41	2.8	7.8	28.5	
Br 4	94/64	5.4	13.4	28.2	
Br 5	99/68	8	16.8	29.1	
Red 1	100/47	2.6	1.6	29.3	
Red 2	75/32	5	7.2	29.4	
Red 3	99/51	17!	8.3	28	
M 1	50/20	2.4	5.9	28.4	
M 2	99/62	8.4	4.5	28.4	
M 3	99/43	2.8	6.2	28.6	
M 4	97/35	3.6	10.3	28.6	
M 5	99/34	4	12.2	28.2	
M 6	99/47	5.6	11	28.4	
M7	99/29	6.6	14.2	28.2	
M8	100/28	6.2	14	28.6	
M9	40/30	7.6	DARK	X	نخالة
دقيق	88/40	2.4	5.8	29.6	

جدول(6-11) اختبارات التحبب و اللون مطحنة منبج			
الاختبار	**التحبب**	**اللون**	

	3.86	**93/47**	2Br
	6.45	**94/48**	3Br.c
	7.76	**70/43**	3Br.f
	9.54	**86/44**	4Br
	14.73	**83/45**	5Br
	4.09	**98/42**	1Grad
	5.43	**58/12**	2Grad
	0.32	**98/66**	1Red
	0.61	**92/45**	2Red
	5.10	**98/52**	3Red
	1.89	**96/62**	1Gr
	4.78	**94/64**	2Gr
	6.43	**92/38**	3Gr
	8.63	**92/45**	4Gr
	13.92	**91/40**	5Gr
	9.67	**98/68**	6Gr
	12.33	**98/54**	7Gr
	13.51	**99/67**	8Gr
	16.63	**75/57**	V.s.
	0.00	**0**	Bran
	4.54	**92/46**	flour

جدول(٦-١٢) اختبارات الرطوبة و الرماد

مطحنة خان طومان

ملاحظات	**الرماد**	**الرطوبة**	**الاختبار Grind**

	0.77	11.9	**Br 1**
			Br 2
	0.92	12	**Br 3c**
	0.87	12	**Br 3f**
	1	13.3	**Br 4c**
			Br 4f
	1.55	13.1	**Br 5**
	1.15	11.5	**Red 1**
	0.70	11.6	**Red 2**
	0.91	11.9	**Red 3**
	0.83	11.5	**Gr 1**
	0.74	12.2	**Gr 2**
	0.19	10.3	**Gr 3**
	0.87	11.4	**Gr 4**
	1.49	13.3	**Gr 5**
	-	-	**Gr 6**
	1.9	12.7	**Gr 7**
	2.6	12.5	**Gr 8**

جدول(٦-١٣) اختبارات الرطوبة و الرماد مطحنة الشهباء			
ملاحظات	**الرماد**	**الرطوبة**	**الاختبار** **Grind**
	0.86	14.84	**Br 1**

	0.73	15.33	**Br 2**
	0.89	15.28	**Br 3**
	1.71	14.64	**Br 4**
	2.08	14.05	**Br 5**
	0.63	15.28	**Red 1**
	0.86	15.24	**Red 2**
	1.12	14.53	**Red 3**
	0.67	15.69	**M 1**
	0.89	13.33	**M 2**
	0.84	14.01	**M 3**
	1.23	13.97	**M 4**
	1.29	13.75	**M 5**
	1.05	13.64	**M 6**
	1.53	14.36	**M7**
	1.76	13.07	**M8**
	2.44	11.92	**M9**
	1.03	13.32	**دقيق**

جدول(٦-١٤) اختبارات الرطوبة و الرماد

مطحنة منبج

ملاحظات	**الرماد**	**الرطوبة**	الاختبار / Grind
	0.828	**14.66**	2Br

	1.179	14.39	3Br.c
	1.050	14.31	3Br.f
	1.452	13.97	4Br
	2.119	13.34	5Br
	0.772	14.15	1Grad
	0.795	14.1	2Grad
	0.588	13.92	1Red
	0.573	13.42	2Red
	0.946	13.36	3Red
	0.666	13.32	1Gr
	0.945	12.95	2Gr
	0.920	12.73	3Gr
	0.979	13.14	4Gr
	2.313	13.26	5Gr
	1.222	12.87	6Gr
	1.723	12.56	7Gr
	2.248	11.92	8Gr
	3.088	13.02	V.s.
	5.245	13.15	Bran
	0.909	14.02	Flour

٦-٤ الطحن التجريبي:

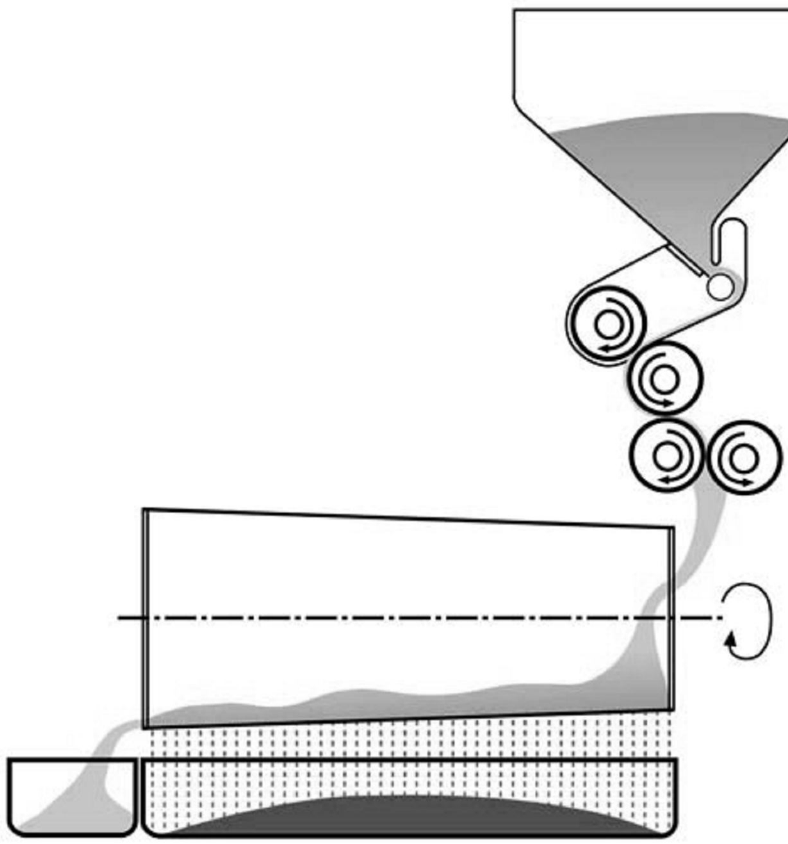
اختبارات الطحن التجريبي تمت في مطحنة خلوف (قطاع خاص)

مطحنة اختبارية ذات منخل xxx٣



الشكل (٦-٧)المطحنة الاختبارية

تمت الاختبارات بواسطة المطحنة الاختبارية وهي نموذج مصغر لمطحنة اسطوانية ،تتألف من زوجين من الاسطوانات و منخل دوار و صندوق لتجميع الدقيق المطحون يبين الشكل (٦-٧) مظهر خارجي للمطحنة الاختبارية ،و يبين الشكل (٦-٧) مكونات المطحنة الاختبارية.



الشكل (٦-8) مبدأ عمل المطحنة الاختبارية

تم طحن عينة قمح طري بعد إزالة الشوائب بوزن 250 gr ،مدة الاختبار١٥ min

بعد توقف المطحنة يجمع الدقيق ويوزن لحساب الاستخلاص ثم تجرى بقية الاختبارات.

الجدول (٦-١٥) يبين الاختبارات الكمية.

جدول (٦-١٥) نتائج الاختبارات الكمية للجرش في الطحن التجريبي عند اختلاف السرعة

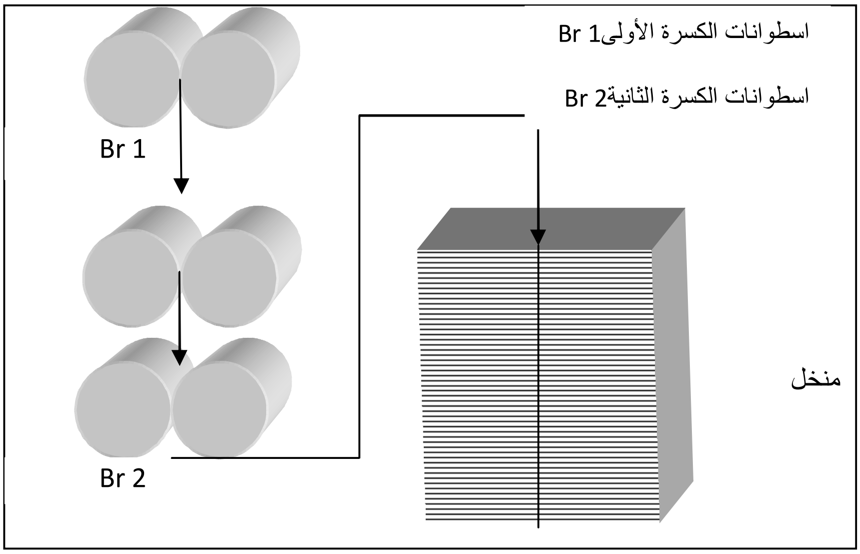
Process	رقم السرعة	السرعة الدورانيةrpm	السرعة المحيطية m/sec	ناتج الدقيقgr	نسبة الاستخلاص%
1	0.5	400	3.14	154	61.60%
2	1	500	3.92	157	62.80%
3	1.5	600	4.71	163	65.20%

الجدول (٦-١٥) يبين اختبارات خواص الدقيق.

جدول (٦-١٨) نتائج اختبارات خواص الدقيق في الطحن التجريبي عند اختلاف السرعة							
الاختبار	السرعةrpm	الحموضة	اللون	الغلوتين	الرماد	الرطوبة	التحبب
1	400	3	4.4	28.2	0.77	12.22	99/64
2	500	3.2	3.5	26.4	0.69	12.17	100/67
3	600	3.3	3.4	28.8	0.58	12.11	100/70

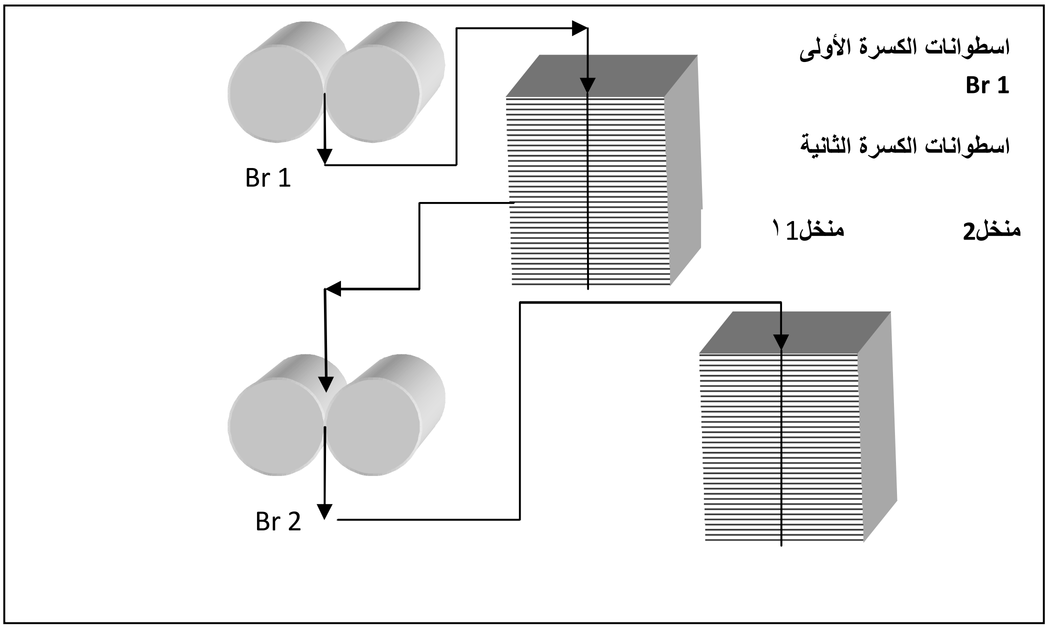
٦-٥ تغيير ترتيب الجرش و النخل:

ترتيب عمليات الكسر والنخل للكسرتين الأولى والثانية للمطحنة الأولى (خان طومان) حيث لا يوجد نخل بعد أول كسرة Br 1 بينما تتوجه المواد المجروشة مباشرة نحو الكسرة الثانية وبعد الكسرة الثانية Br 2 حيث يتم النخل، الشكل (٦-٨).

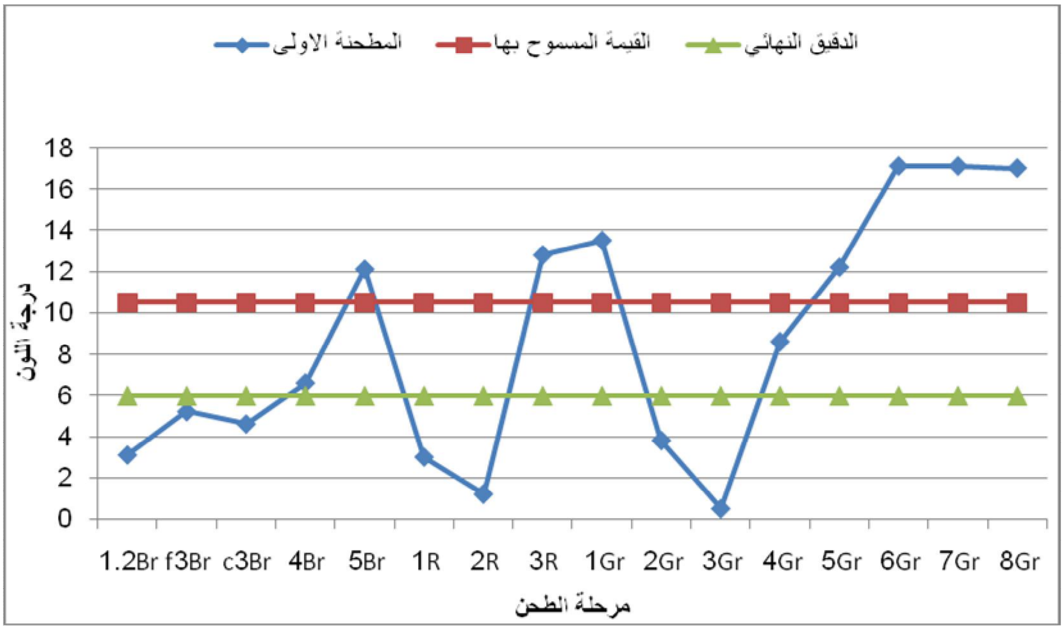


الشكل (٦-٨) الكسرتين الأولى و الثانية المطحنة الأولى (خان طومان)

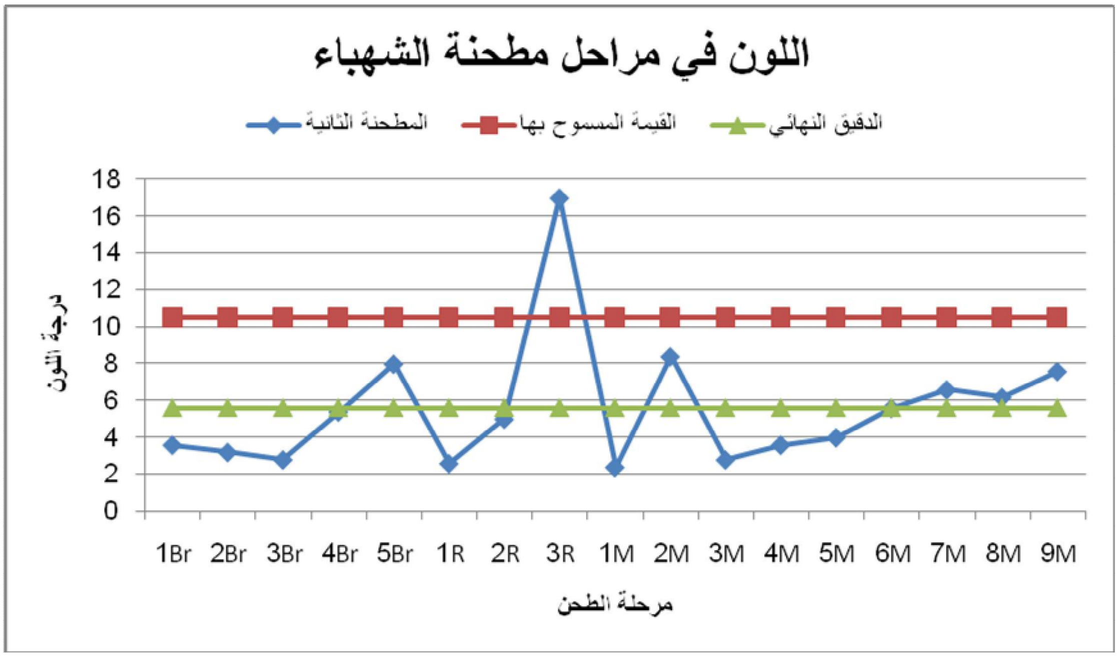
أما ترتيب عمليات الكسر و النخل للكسرتين الأولى و الثانية للمطحنة الثانية (مطحنة الشهباء) وهنا يوجد نخل بعد أول كسرة Br 1 و تتوجه المواد المجروشة مباشرة نحو الكسرة الثانية بعد فصل الدقيق منها وبعد الكسرة الثانيةBr 2 يتم النخل الثاني شكل (٦-٩).



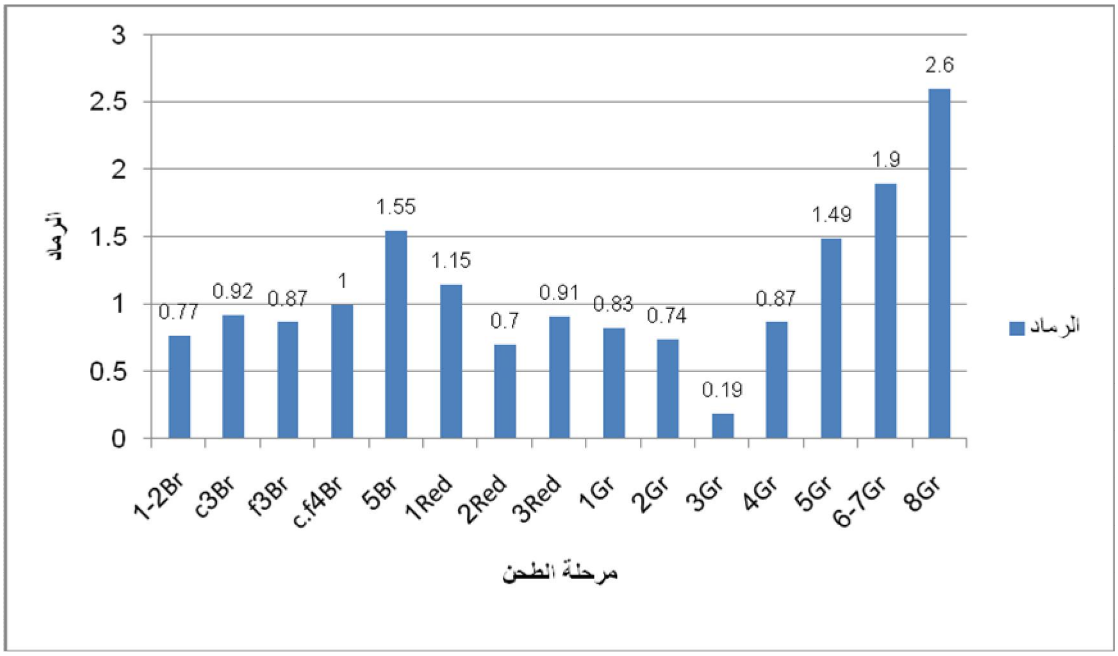
الشكل(٦-٩) الكسرتين الأولى والثانية المطحنة الثانية (الشهباء)



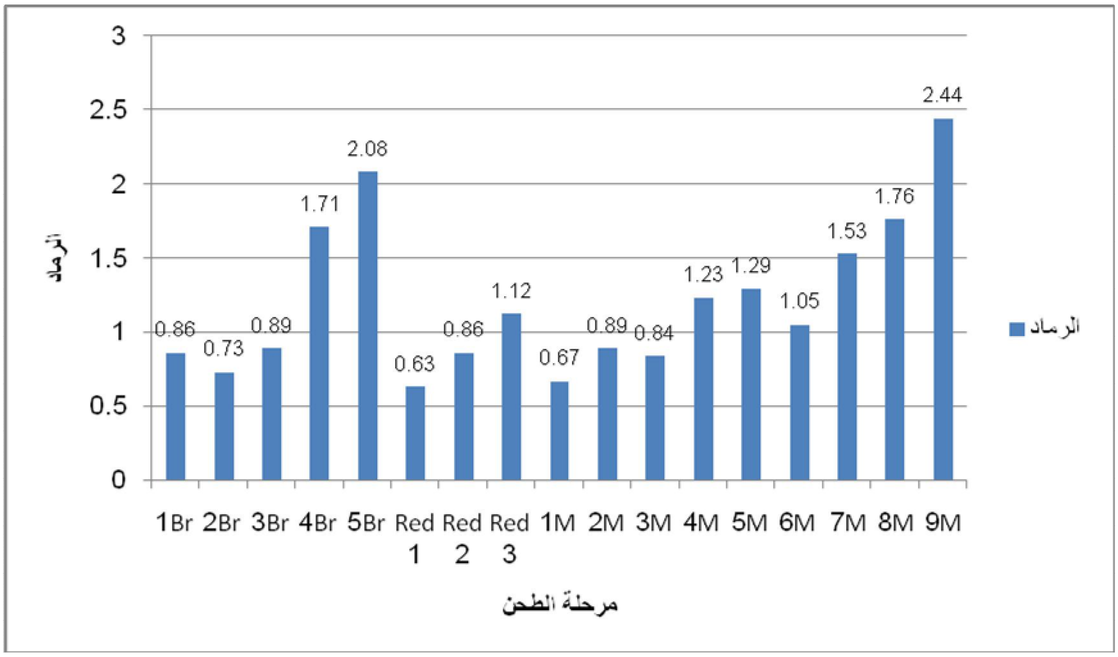
الشكل (٦-١٠) تغير اللون حسب مرحلة الطحن خان طومان



الشكل(٦-١١)تغير اللون بحسب مرحلة الطحن مطحنة الشهباء



الشكل(٦-١٢)تغير الرماد بحسب مرحلة الطحن خان طومان



الشكل(٦-١٣)تغير رقم الرماد بحسب مرحلة الطحن الشهباء

الفصل السابع

النتائج و المناقشة

٧-١ تأثير بارامترات اسطوانة الطحن:

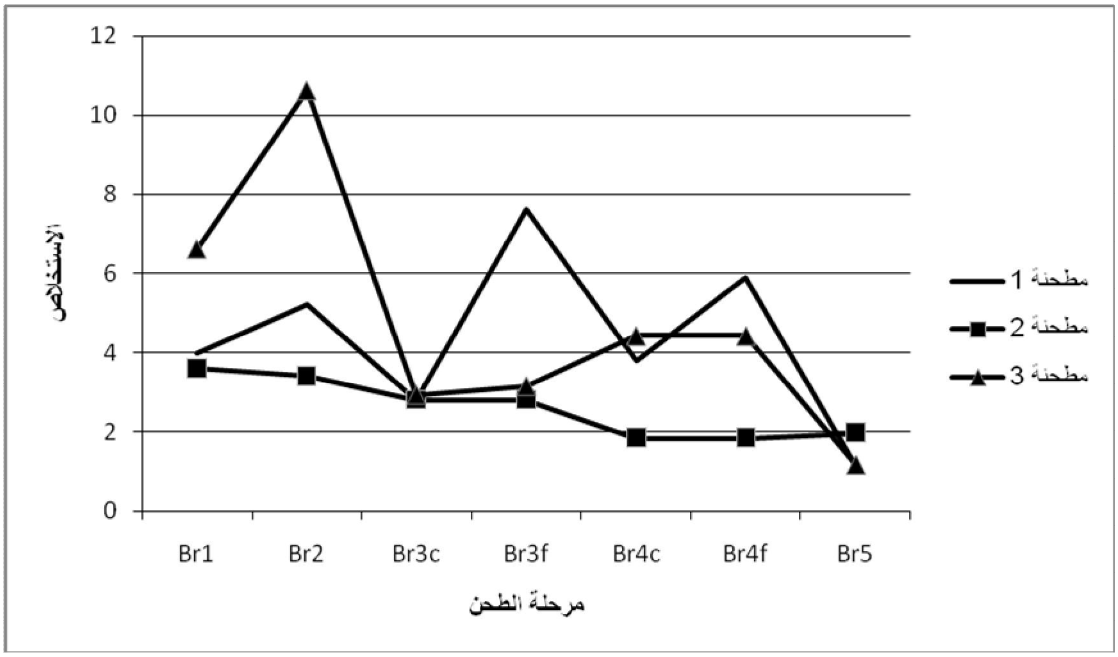
٧-١-١ طول الاسطوانة وقطرها:

طول الاسطوانة وهو يحدد استطاعة الطحن معبر عنها بكمية المادة على وحدة الطول أو معدل التغذية الذي يؤمن طبقة متناسقة للفراغ بين الاسطوانتين .إذا كان معدل التدفق أقل من القيمة المطلوبة لا تتكون طبقة متناسقة على طول الاسطوانة،و إذا كان معدل التدفق أكبر من القيمة المطلوبة يزيد الحمل ويدفع نوابض الاسطوانات مما يؤدي إلى عدم دقة المسافة الفاصلة.

جدول(٧-١)علاقة الطول الكلي بالاستخراج الجزئي و الكلي و الرماد للمطاحن المدروسة

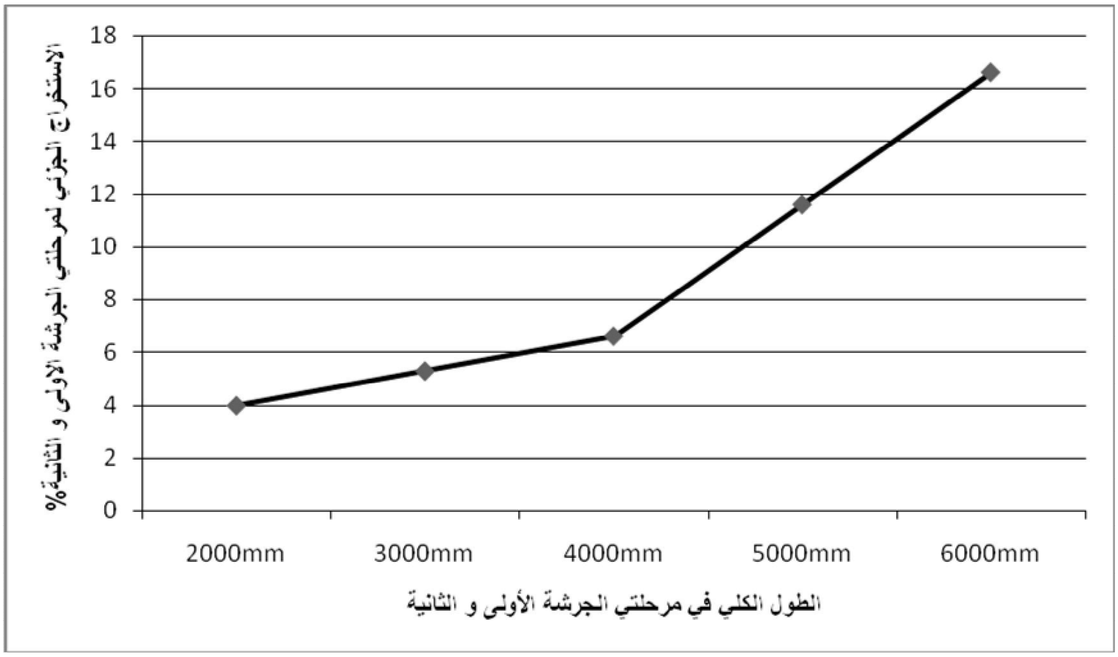
المطحنة	المرحلة	عدد الآلات	الطول الكلي mm	الاستخراج الجزئي	الرماد لدقيق الكسرة	الاستخراج الكلي
خان طومان	Br1	2	2000	4	0.77	82.97%
	Br2	4	4000	5.2		
	Br3c	2	2000	2.8	0.92	
	Br3f	1	1000	7.6	0.87	
	Br4c	2	2000	3.8	1	
	Br4f	1	1000	5.9		
	Br5	2	2000	1.15	1.15	
الشهباء	Br1	2	2000	3.6	0.86	79.96%
	Br2	2	2000	3.4	0.73	
	Br3	2	2000	2.8	0.89	
	Br4	2	2000	1.83	1.71	
	Br5	1	1000	1.97	2.08	
منبج	Br1	2	2000	6.62	0.82	84.44%
	Br2	4	4000	10.62	0.82	
	Br3c	2	2000	2.94	1.17	
	Br3f	1	1000	3.16	1.05	

	1.45	4.43	3000	3	Br4	
	2.11	1.18	2000	2	Br5	



الشكل (٧-١)الاستخلاصات الجزئية للمطاحن الثلاث

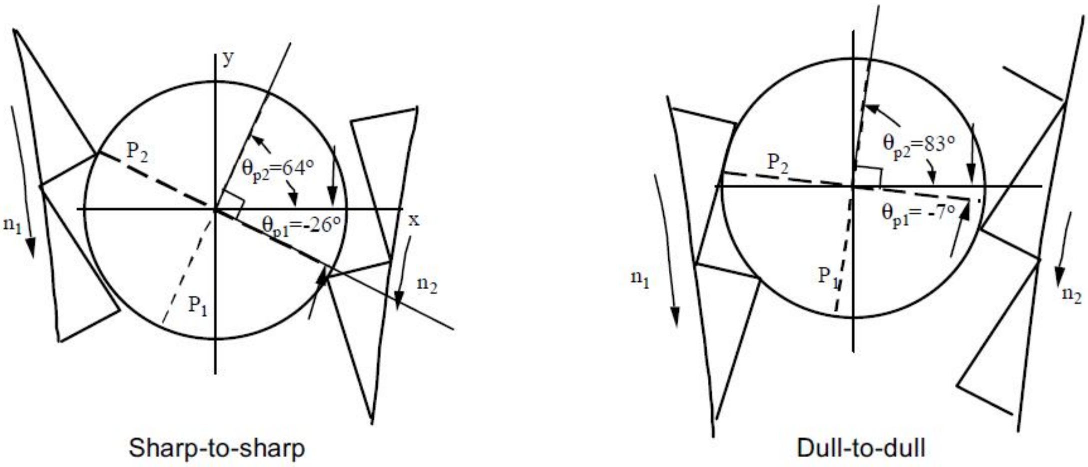
ولتفادي زيادة الطول يمكن زيادة عدد الآلات وهو ما يعبر عنه بالطول الكلي ، وبالملاحظة النتائج السابقة كلما ازداد الطول الكلي يزداد الاستخلاص المرحلي و بالتالي يزداد الاستخلاص الكلي.



الشكل (٧-٢) علاقة الطول الكلي للاسطوانات بالاستخراج الجزئي للدقيق

نلاحظ في المخطط (٧-١) ازدياد ملحوظ في الاستخلاصات الجزئية عند زيادة الطول الكلي و الناتج عن زيادة عدد الآلات في المرحلة الواحدة و هو أمر مستحب في الكسرات الأولى لأن أجود الدقيق يمكن الحصول عليه في هذه المراحل.

يؤثر قطر الاسطوانات على عمل الاسطوانات بازدياد القطر تزداد منطقة الطحن وهي المنطقة بين أول لقاء للحبة مع سطح الاسطوانات وتنتهي عند المسافة الفاصلة بين الاسطوانات . يفضل القطر الصغير في مرحلة الكسرات لزيادة فعل القص و تقليل انضغاط الأقطار الكبيرة تفضل في مرحلة التسطيح بفعل قوى الضغط .



الشكل (٧-٣) تأثير قطر الاسطوانات على القوى المؤثرة على حبة القمح

٧-١-٢ السرعة المحيطية للأسطوانة:

أثبتت زيادة سرعة الأسطوانات المحيطية حديثاً كفايتها حيث لتنقص من طول أسطوانات الطحن اللازمـــة للطحـــن . وتحسب سرعة الأسطوانة المحيطية من المعادلة التالية :

السرعة المحيطية = $V = \frac{\pi \ D \ n}{60} \quad [m/sec]$

الطحن التجريبي :

تم طحن عينة بوزن **250 gr** قمح طري بعد إزالة الشوائب ، قطر الاسطوانات 15cm

العينة (1) السرعة 400 rpm 0.5 الفجوة 5

العينة (2) السرعة 500 rpm 1 الفجوة 5

العينة (3) السرعة 600 rpm 1.5 الفجوة 7

الجدول (٧-٢) يبين نتائج الاختبارات الكمية والجدول (٨-٢) يبين نتائج اختبارات خواص الدقيق.

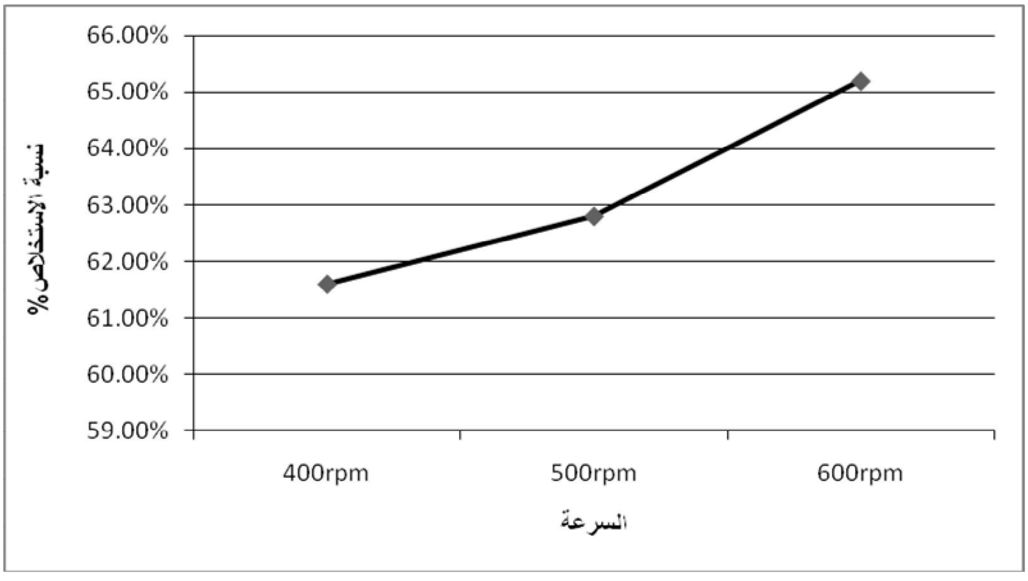
جدول (٧-٢) نتائج الاختبارات الكمية للجرش في الطحن التجريبي عند اختلاف السرعة

Process	رقم السرعة	السرعة الدورانيةrpm	السرعة المحيطية m/sec	ناتج الدقيقgr	نسبة الاستخلاص%
1	0.5	400	3.14	154	61.60%
2	1	500	3.92	157	62.80%
3	1.5	600	4.71	163	65.20%

جدول (٧-٣) نتائج اختبارات خواص الدقيق في الطحن التجريبي عند اختلاف السرعة

الاختبار	السرعةrpm	الحموضة	اللون	الغلوتين	الرماد	الرطوبة	التحبب
1	400	3	4.4	28.2	0.77	12.22	99/64
2	500	3.2	3.5	26.4	0.69	12.17	100/67
3	600	3.3	3.4	28.8	0.58	12.11	100/70

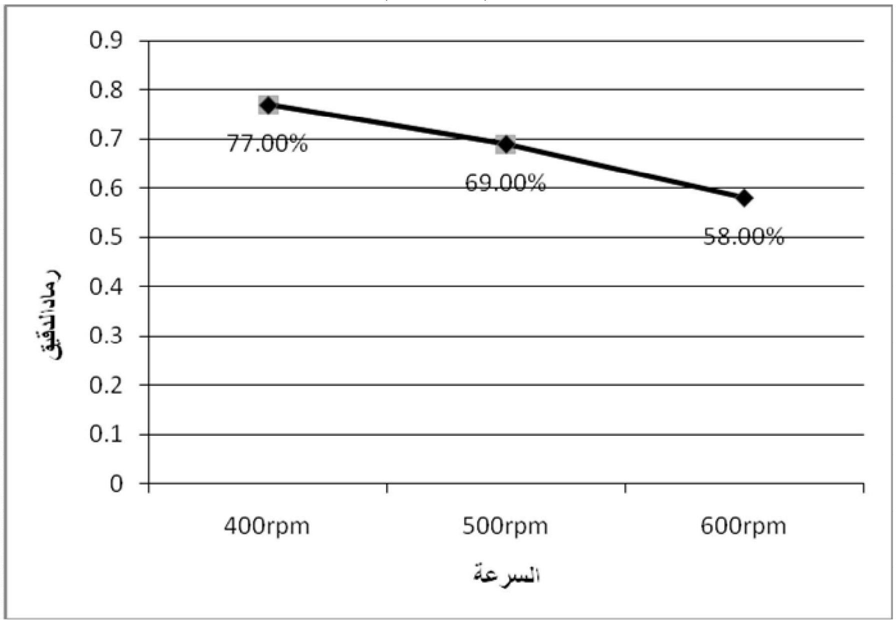
٧-١-٢-١ تأثير زيادة السرعة على الاستخلاص:



الشكل (٧-٤) تأثير زيادة السرعة على الاستخلاص

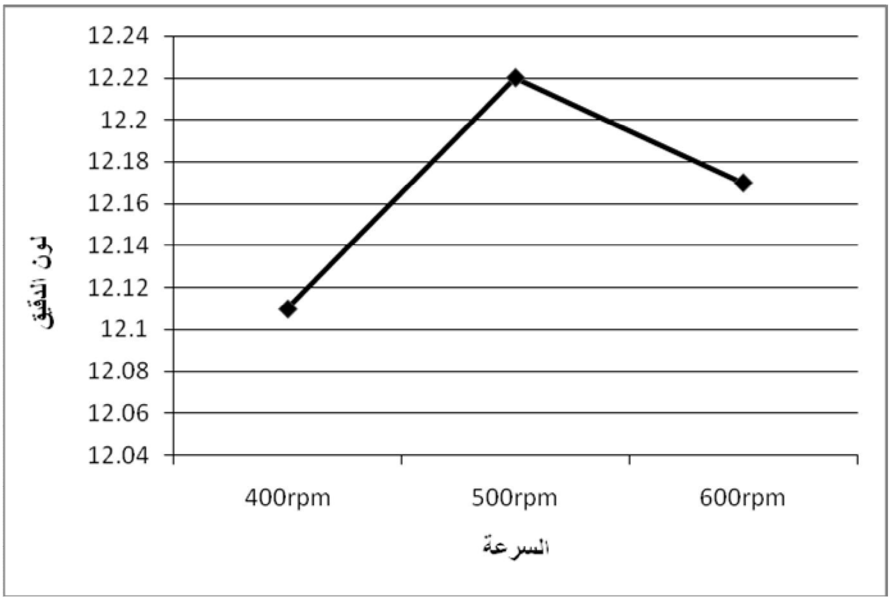
بزيَادَة سرعةِ الاسطوانة أَو تخفيض نسبة التغذية يزداد الدقيق الناتج وترتفع طاقةِ الطحن، ويعتمد تأثير ظروف الطحن الاسطواني على القمح يعتمد على أساس القوى المقدمة لذرات الدقيق في منطقة الطحن. بينما تزداد سرعةَ الاسطوانة الجزيئات المَسْحُوبة عبر منطقةِ الطحن بسرعة أكبر، تتحسّنُ الهشاشة، التي تُساهمُ بزيادة الطاقة المستهلكة في إنتاج الطحينَ.جزيئات الدقيق الفردية تسبب عمل طحن أعظم مسببة كسرا" أكبر مما يؤدي إلى زيادة استخلاص الدقيق و زيادة متطلبات طاقة الطحن.

٧-١-٢-٢ تأثير السرعة على رماد ولونِ الطحينِ :



الشكل (٧-٥) تأثير السرعة على رماد الدقيق

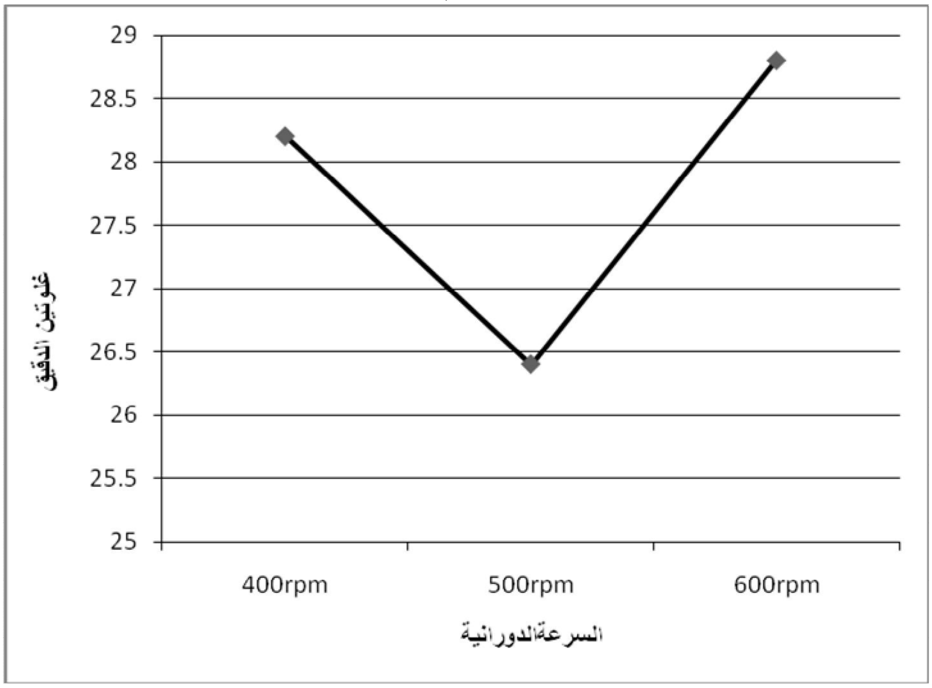
بزيادة سرعةِ الاسطوانة تتحسن نوعية الدقيق (الرماد) بتناقص الرماد بسبب التسطيح المحسن للنخالة يحسن فصل النخالة من الاندوسبيرم .و بالتالي نلاحظ انخفاض عكسي وتناقص قيمة الرماد بزيادة السرعة و ذلك في الجرشة الأولى لتناقص كمية النخالة في الدقيق.



الشكل (٧-٦) تأثير السرعة على لون الدقيق

بزيادة سرعةِ الاسطوانة نوعية الدقيق (اللون) تتحسن بسبب التسطيح المحسن للنخالة يحسن فصل النخالة من الاندوسبيرم . و بالتالي يزداد اللون في البداية لازدياد الاستخلاص ثم يعود ويتناقص .

٧-١-٢-٣ تأثير السرعة على غلوتين الطحينِ :

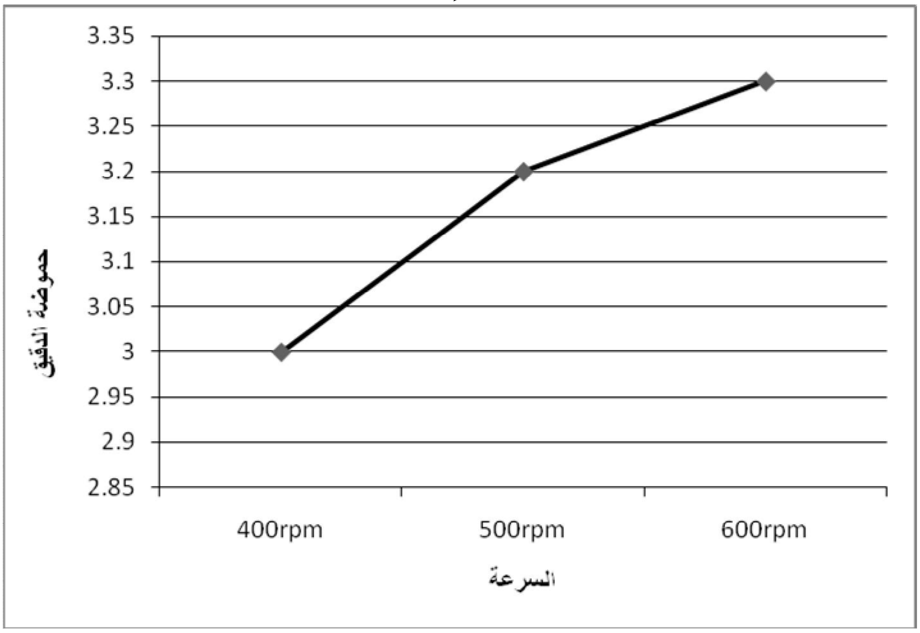


الشكل (٧-٧) تأثير السرعة على غلوتين الدقيق

ان غلوتين القمح يشكل جدران الخلايا بروتينية وتلعب عملية الطحن و ظروفها دورا" في تحطيم جدران هذه الخلايا،

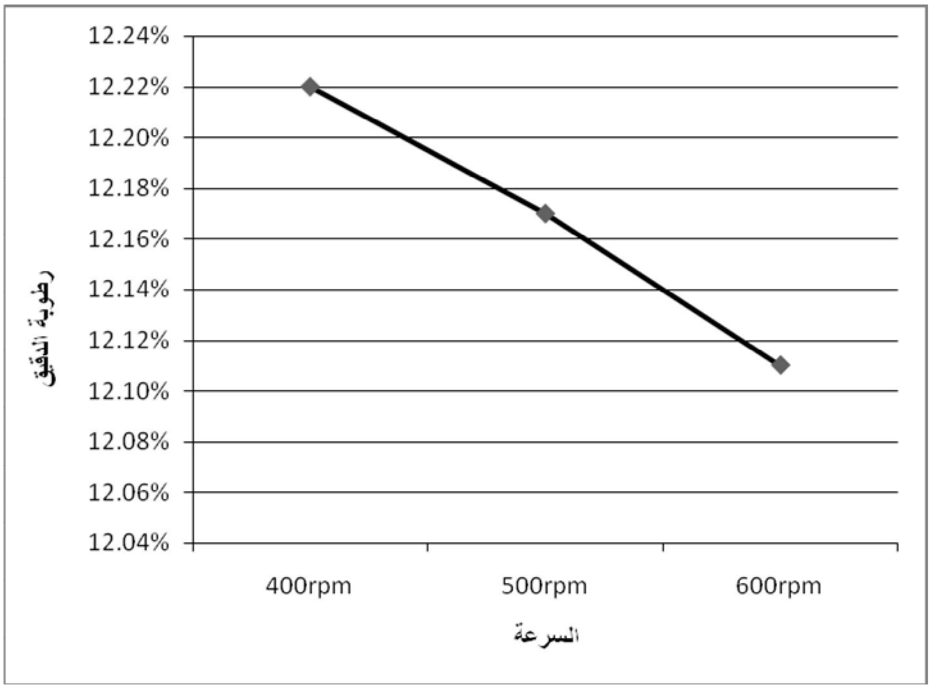
بزيادة سرعةِ الاسطوانة غلوتين الدقيق يتناقص ثم يعود ويزداد بسبب ازدياد الاستخلاص.

٧-١-٢-٤ تأثير السرعة على حموضة الطحينِ :



الشكل (٧-٨) تأثير السرعة على حموضة الدقيق

بملاحظة المخطط البياني السابق تزداد الحموضة بازدياد السرعة لازدياد الاستخلاص.



الشكل (٧-٩) تأثير السرعة على رطوبة الدقيق

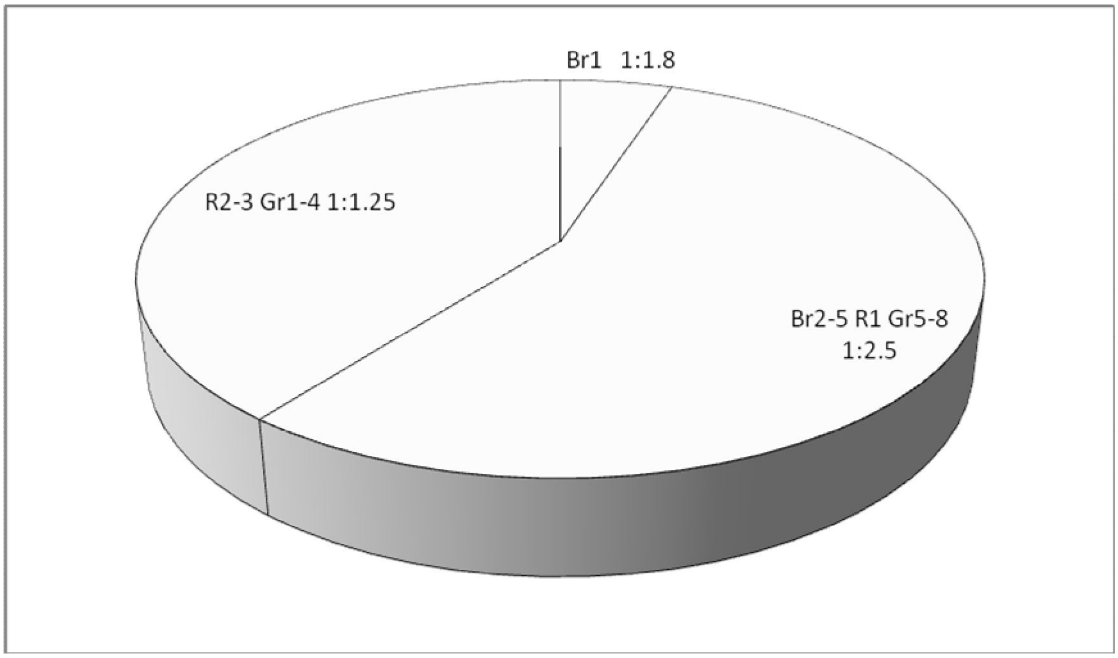
عند وجود ازدياد في السرعة تنخفض الرطوبة لارتفاع الحرارة المتولدة عن قوى الاحتكاك لحبات القمح مع الاسطوانات و المرتبطة بالسرعة هذا الارتفاع في الحرارة يسبب تجفيفا" حراريا" فتنخفض الرطوبة للدقيق الناتج.

٧-١-٣ نسبة التفاوت بين أسطوانتين الطحن:

بينما تقوم الأسطوانة البطيئة بسحب المواد المطحونة والإمساك بها تقوم الأسطوانة الـــسريعة بقصها وتنعيمها. يبين الجدول(٧-٤)التفاوت المستخدم عند مراحل الطحن المختلفة:

جدول(٧-٤)التفاوت المستخدم عند مراحل الطحن المختلفة و الاستخلاص الجزئي

المرحلة	Br1	Br2-5 R1 Gr 5-8	R2-3 Gr 1-4
التفاوت	1:1.8	1:2.5	1:1.25
الاستخلاص الجزئي	4%	43.4%	30.9%



الشكل(٧-١٠) تقسيمات الاستخلاص حسب التفاوتبين الاسطوانات

يؤدي تفاوت الاسطوانات المتزايد إلى الزيادةِ في ضررِ الطحينِ النشويِ، امتصاص الطحــينِ للماءِ ، واستهلاك طاقة الطحن و تدهور في نوعيةِ الطحينِ (رماد ولون). التأثيرات يُمْكِــنُ أَنْ تُوضّحَ بالمساهمةِ النسبيةِ لقوى الضغط و القص المؤثرة على جزيئات دقيق القمح التي تمــر بمنطقة الطحن

استخلاص الدقيق يزداد بشكل ملحوظ عندما يزداد التفاضل من 1.2:1إلى 1.4:1، ويثبت ولا يبدي ازدياد عندما ازداد التفاضل من1.4:1 إلى2:1.

هذا يفُسّرَ بنقصان في نسبةِ كسرِ الطحينِ الخشنِ.جزيئات الطحينِ الخشنةِ على الأرجح شكّلتْ بقوى الضغط من كسر القصّ. قوة القصِّ المتزايدةِ المقدمة بالتفاضلِ المتزايدِ إلــى جزيئــاتِ دقيقَ السميد خلال مرورها عبر منطقةِ الطحن تؤدي إلى خلق نسبة أعظم من جزيئات الدقيق الأنعم و متطلبات طاقة الطحن الإضافية.

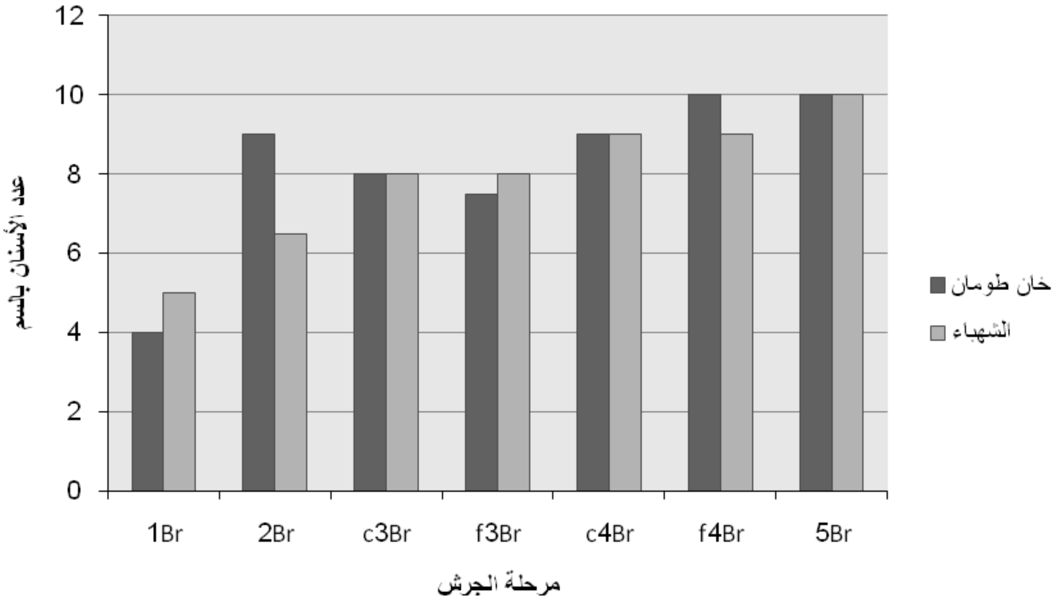
استخراج الدقيق يستوي عندما التفاضل يزداد من 2:1 إلى 1.4:1،لكن طاقة الطحن تــستمر بالازدياد.قوة القص المتزايدة بازدياد التفاضل سوف تنتج لدونة و الخضوع المطيلي للــدقيق. طاقة الطحن المتزايدة المطلوبة لتفاضل اكبر لا تصرف بضياعات الاحتكــاك،لكــن تــستخدم لخلق انسجام اكبر بين جزيئات الدقيق الناعمة و تمزق مناطق الكريستالية لحبات النشاء.

٧-١-٤ عدد الأسنان بالسم الطولي:

بدراسة عدد الأسنان المستخدمة في كلتا المطحنتين نجد:

جدول (٧-٥)علاقة عدد الأسنان بمرحلة الطحن و الاستخلاص

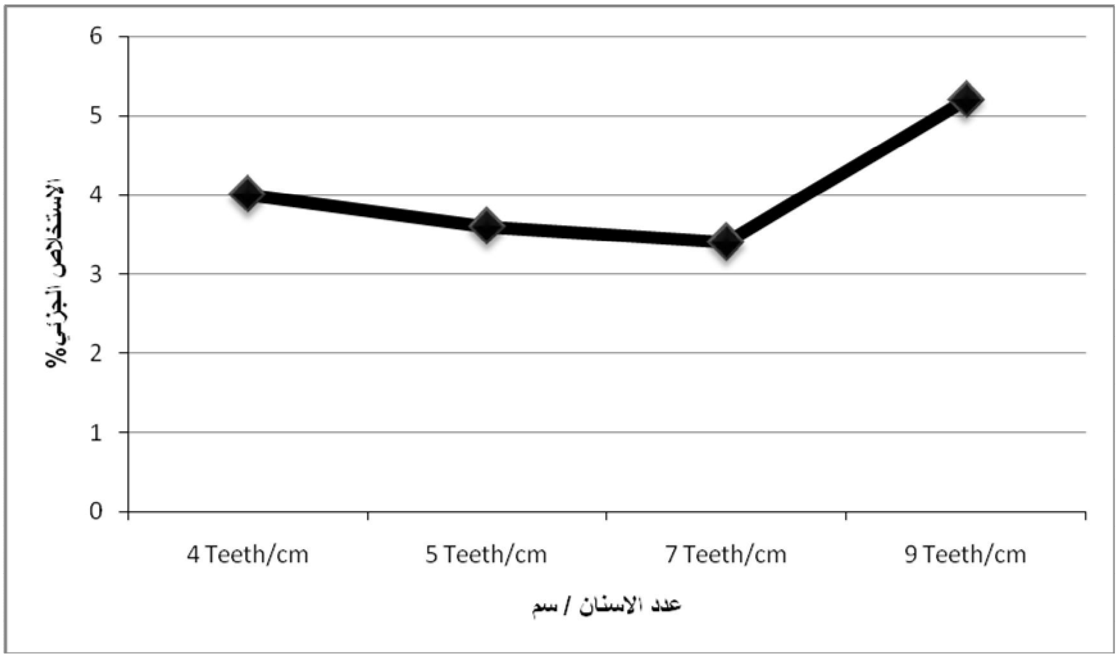
اسم المطحنة	خان طومان		الشهباء	
مرحلة الطحن	عدد الأسنان بالسم	الاستخلاص الجزئي %	عدد الأسنان بالسم	الاستخلاص الجزئي%
Br1	4	4	5	3.6
Br2	9	5.2	6.5	3.4
Br3c	8	2.8	8	2.8
Br3f	7.5	7.6		
Br4c	9	3.8	9	1.8
Br4f	10	5.9		
Br5	10	2.9	10	2.9



الشكل(٧-١١) عدد الأسنان بالسم حسب مرحلة الطحن لكلا المطحنتين

نلاحظ ازديادا" في عدد الأسنان بالسم مع تقدم مرحلة الطحن و ذلك أمر مهم في التخفيض التدريجي لاندوسبيرم حبيبات القمح في المطحنة الأولى خان طومان نلاحظ اعتماد ازدياد كبير ثم نقصان في الجرشة الثالثة لعدم وجود نخل بعد الجرشة الأولى .

أما عند وجود نخل في المطحنة الثانية نلاحظ ازدياد تدريجي في عدد الأسنان بالسم مع تقدم عملية الطحن.



الشكل (٧-١٢) تأثير عدد الأسنان على الاستخلاص المرحلي%

بزيادة عدد الأسنان لدرجة معينة تنقص زاوية القطع و بالتالي يتناقص الاستخلاص و هذا ما يفسر بالحرص على عدم إضافة النخالة بتقدم الطحن و ما يهم ربط الاستخلاص بمواصفات الدقيق لعدم أهمية رفع استخلاص مع تدني خواص الدقيق ،

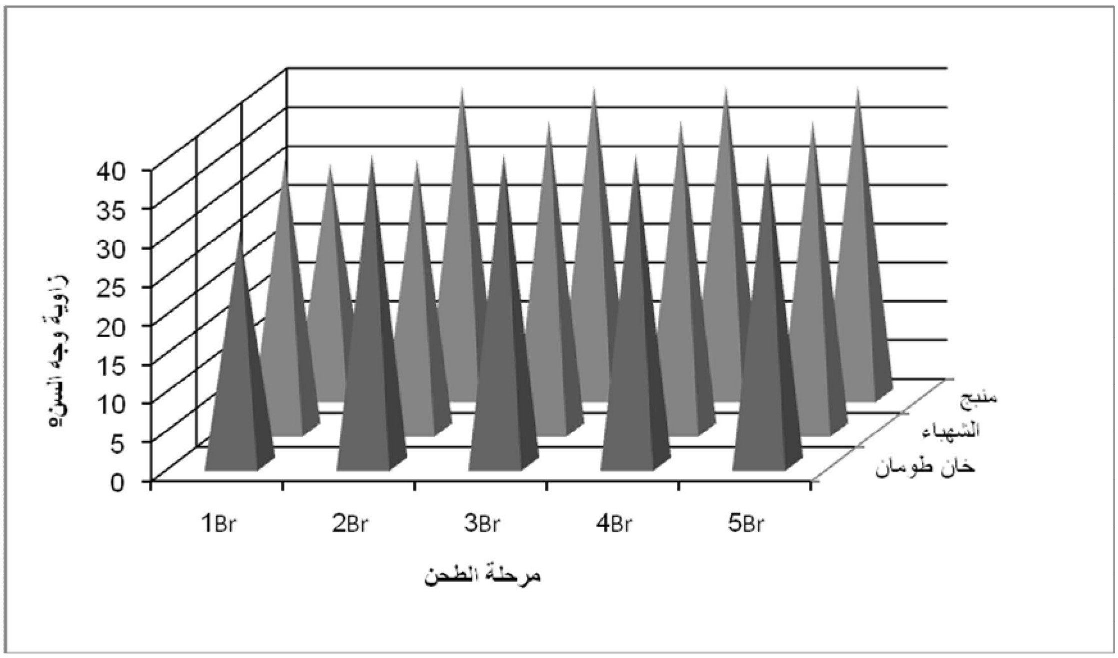
يزداد الاستخلاص في مراحل الجرش النهائية بالرغم من ارتفاع عدد الاسنان لانخفاض محتوى مادة الطحن المقدمة من النخالة.

٧-١-٥ زاوية السن الإجمالية:

جدول (٧-٦)علاقة زوايا السن بمرحلة الطحن و الاستخلاص

اسم المطحنة	خان طومان		الشهباء	
مرحلة الطحن	زوايا السن º	الاستخلاص الجزئي %	زوايا السن º	الاستخلاص الجزئي%
Br1	**30/65**	4	**35/70**	3.6
Br2	**40/70**	5.2	**35/70**	3.4
Br3c	**40/70**	2.8	**40/70**	2.8
Br3f	**40/70**	7.6		
Br4c	**40/70**	3.8	**40/70**	1.8
Br4f	**40/70**	5.9		
Br5	**40/70**	2.9	**45/75**	2.9

تؤثر زاوية السن بعمق السن أي على درجة التنعيم .يرتبط العمق بزاوية وجه السن و ظهر السن كلما صغرت الزاوية الإجمالية للسن كلما زاد عمقه مما يؤدي إلى زيادة مقدار السميد الذي نحصل عليه ،و كلما كبرت الزاوية قل عمق السن مما يزيد كمية الطحين الذي نحصل عليه. زاوية وجه السن منخفضة و زاوية ظهر السن صغيرة (سن عميق)يؤدي إلى ازدياد كمية السميد الذي نحصل عليه (فعل قص)،وبخلاف ذلك فان زاوية وجه السن مرتفعة و زاوية ظهر السن كبيرة يؤدي الى ازدياد كمية الدقيق الذي نحصل عليه (فعل قشط).



الشكل (٧-١٣) زاوية وجه السن في المطاحن الثلاث

يعتمد كسر الحنطةِ أثناء الطحن الاسطواني في الجرشة الأولى على الاتجاهات ومقاديرِ قــوى الضغط و الشد و القص والناجمة بسبب زوايا الأسنان و السرعات التفاضلية للاسطوانات.

٧-١-٦ ميلان خط السن:

جدول (٧-٨) تأثير ميلان خط السن حسب مرحلة الطحن على الاستخلاص

اسم المطحنة	خان طومان		الشهباء	
مرحلة الطحن	ميلان خط السن º	الاستخلاص الجزئي %	ميلان خط السن º	الاستخلاص الجزئي%
Br1	**4**	4	**5**	3.6
Br2	**9**	5.2	**6.5**	3.4
Br3c	**8**	2.8	**8**	2.8
Br3f	**7.5**	7.6		
Br4c	**9**	3.8	**9**	1.8
Br4f	**10**	5.9		
Br5	**10**	2.9	**10**	2.9

نلاحظ تأثير ميلان خط السن غير كبير و يختلف حسب مرحلة الطحن فمن الممكن أن يزيد الاستخلاص و ممكن أن ينقصه .

وتساعد عملية انحراف الأسنان عن محور إدارة الأسطوانة على تنفيذ عمليــة الطحــن فنياً من حيث قدرتها على التقطيع والتفتيت بما يشبه عمل المقص نتيجة لوجود هذا الانحراف في الأسطوانتين إضافة إلى دورانهما باتجاهين متعاكسين بفارق في سرعتيهما.

٧-١-٧ تأثير توضع الاسطوانات بالنسبة لبعضها:

٧-١-٧-١ تأثير توضع الاسطوانات على شكل الكسر:

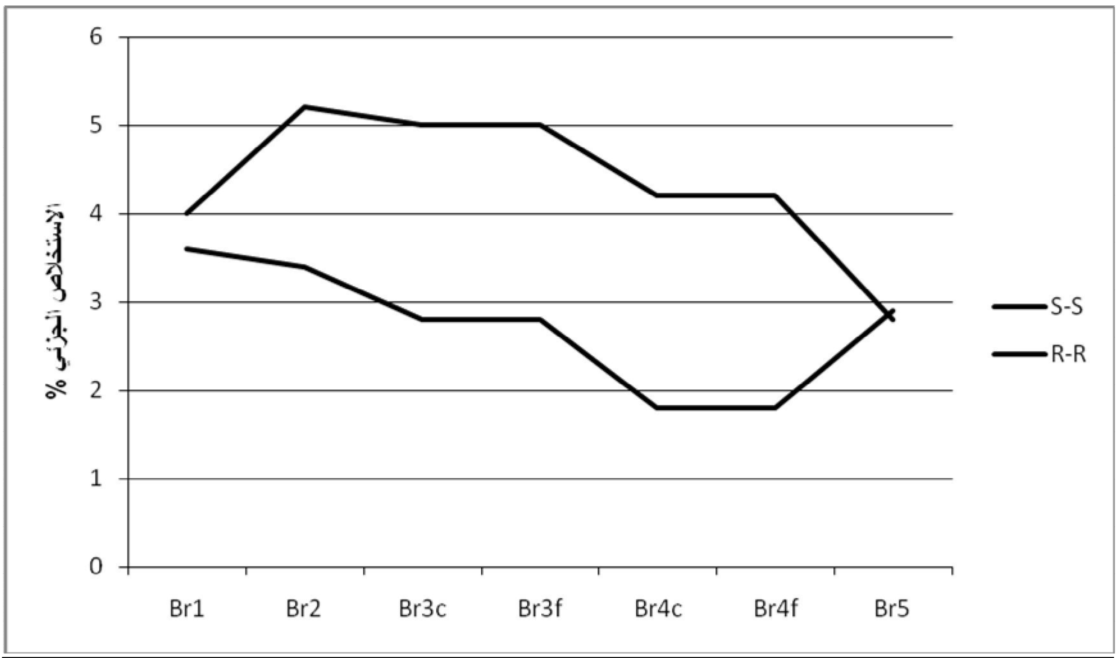
وضعية سن لسن تعطي نسبيا تحطما" جزئيا" منتظما" أو بخطوط مستقيمة. أما وضعية ظهــر لظهر فتعطي تحطما" بشكل U مع جزيئات أكبر و أصغر و بعــضهم فــي مجــال الحجــم

الوسطي.حجم التحطمات في الوضعيتين الباقيتين امتدت بينهما و أعطت انتقالا" من تحطمات بالخطوط مستقيمة لوضعية سن لسن،و قليلا الشكل Uلوضعية سن لظهر، أكثر انحناء من ظهر لسن .

٧-١-٧-٢ تأثير توضع الاسطوانات على الاستخلاص:

جدول (٧-٩) تأثير التوضعات بحسب مرحلة الطحن على الاستخلاص

اسم المطحنة	خان طومان		الشهباء	
مرحلة الطحن	التوضع	الاستخلاص الجزئي %	التوضع	الاستخلاص الجزئي%
Br1	**R-R**	4	**S-S**	3.6
Br2	**R-R**	5.2	**S-S**	3.4
Br3c	**S-S**	2.8	**S-S**	2.8
Br3f	**S-S**	7.6		
Br4c	**S-S**	3.8	**S-S**	1.8
Br4f	**S-S**	5.9		
Br5	**S-S**	2.9	**R-R**	2.9



الشكل (٧-١٤) تأثير التوضع على الاستخلاص الجزئي حسب مرحلة الطحن

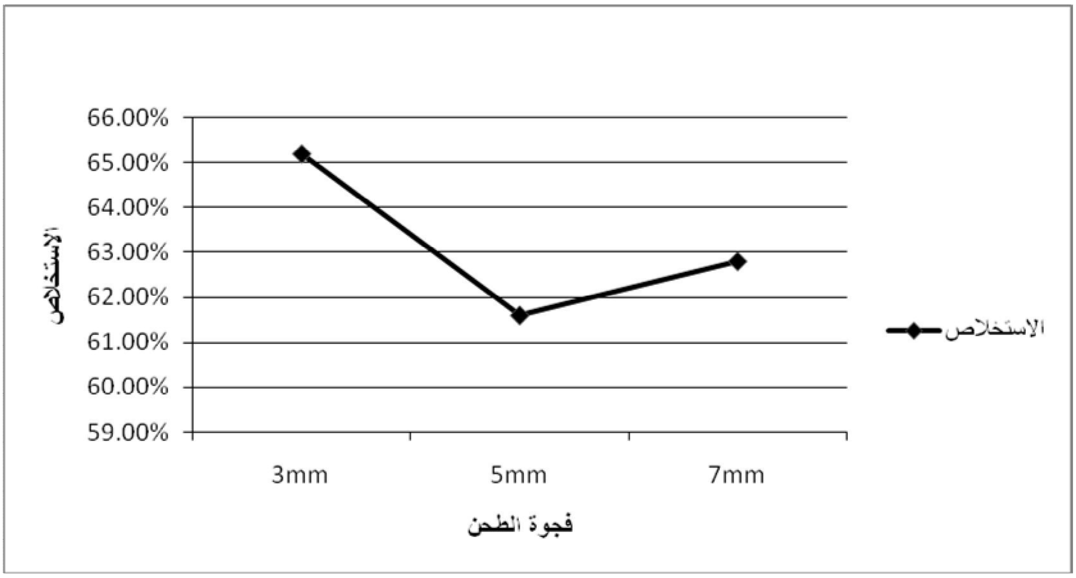
نلاحظ ازدياد الاستخلاص عند التوضع ظهر لظهر في الكسرات الأربعة الأولى و نقصانه في الكسرة الخامسة وهذا أمر يؤثر في نوعية الدقيق و كمية إنتاجه و لهذا من الأفضل اعتماد وضعية ظهر لظهر في الكسرة الأولى و الثانية لأنها الأفضل لفتح الحبة ثم سن لسن في الكسرة الثالثة و الرابعة لإطلاق الاندوسبيرم و تعود ظهر لظهر في الخامسة لتقطيع الاندوسبيرم.

٧-١-٨ تأثير فجوة الطحن:

باستخدام التأثير فجوةِ الاسطوانة أَنْ يُغيّرَ التوازنَ بين الجزيئات الكبيرة والصغيرة،بازدياد فجوة الاسطوانات يحدث كسر اقل، مؤديا لكسور كتلة اكبر للجزيئات الكبيرة

جدول (٧-١٠) نتائج الاختبارات الكمية للجرش في الطحن التجريبي عند اختلاف الفجوة

Process	الفجوة	ناتج الدقيق gr	نسبة الاستخلاص%	ملاحظات
1	3	163	65.20%	
2	5	154	61.60%	
3	7	157	62.80%	



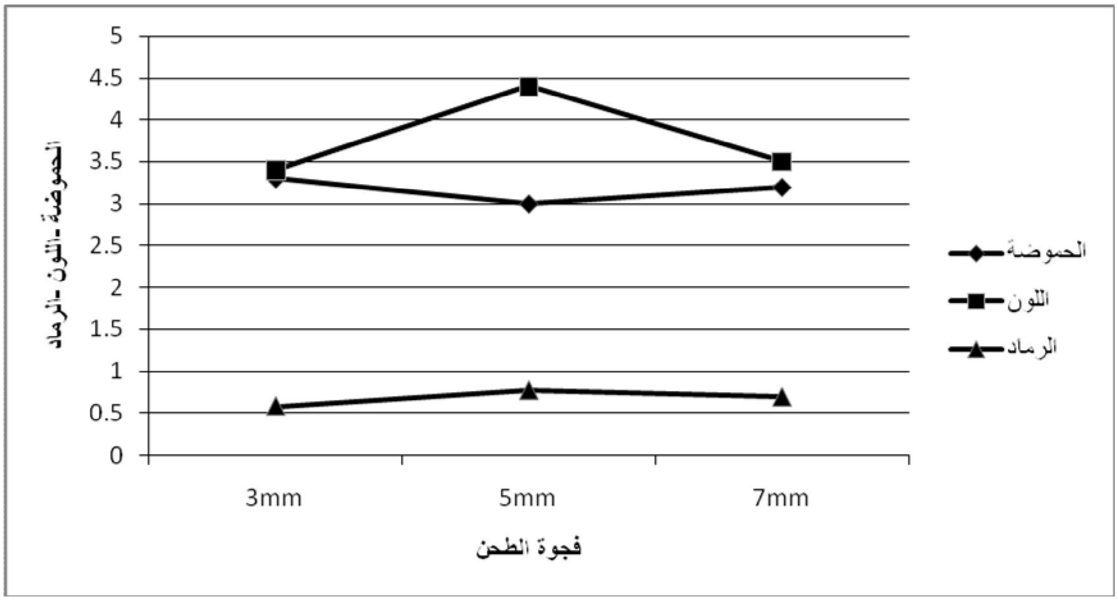
الشكل (٧-١٥) تأثير فجوة الطحن على الاستخلاص

نلاحظ أنه عند ازدياد الفجوة يتناقص الاستخلاص وذلك بسبب ازدياد حجم الكسور ثم يعود

ليزداد عندما يتجاوز الـ mm 5بسبب تغير في اتجاهات قوى القص و الضغط.

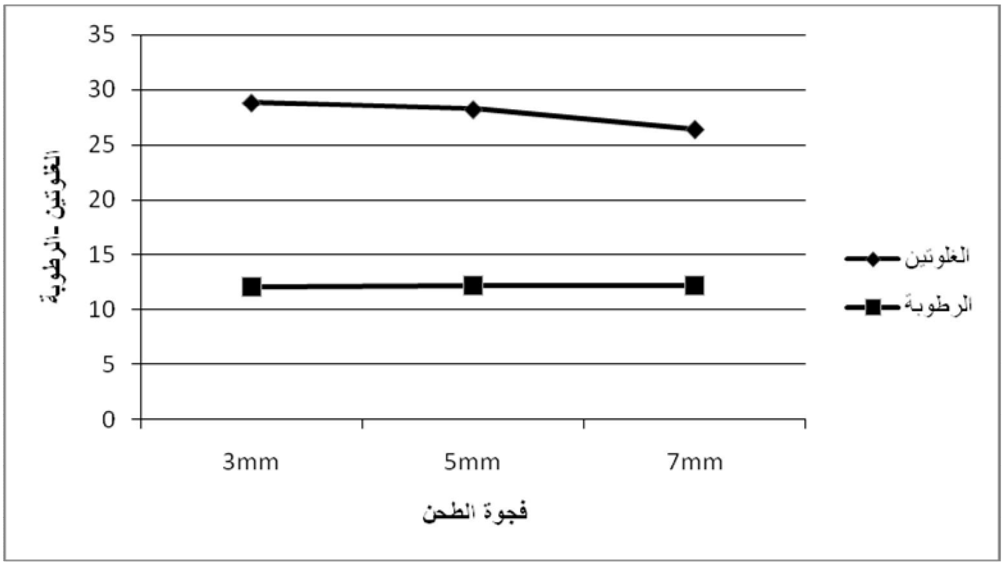
جدول (٧-١١) نتائج اختبارات خواص الدقيق في الطحن التجريبي عند اختلاف الفجوة

الاختبار	الفجوة	الحموضة	اللون	الغلوتين	الرماد	الرطوبة	التحبب
1	3	3.3	3.4	28.8	0.58	12.11	100/70
2	5	3	4.4	28.2	0.77	12.22	99/64
3	7	3.2	3.5	26.4	0.69	12.17	100/67



الشكل (٧-١٦) تأثير فجوة الطحن على الحموضة و اللون و الرماد

نلاحظ ازدياد في اللون و الرماد عند ازدياد الفجوة ثم يعودان و يتناقصان بازديادها بما يتجاوز الـ٥ مم. ونلاحظ تناقصا" في الحموضة عند ازدياد الفجوة و ازديادها بازدياد فجوة الطحن بما يتجاوز الـ٥ مم.



الشكل (٧-١٧) تأثير فجوة الطحن على الرطوبة و الغلوتين

لا يؤثر تغيير فجوة الطحن على رطوبة الدقيق أما الغلوتين فيختلف و يتناقص بازدياد فجـوة الطحن.

٧-٢ تأثير تغيير ترتيب عمليات الجرش و النخل:

٧-٢-١ **قيم الرماد:** كانت النتائج للمطحنة الأولى (بدون نخل بعد أول جرشة):

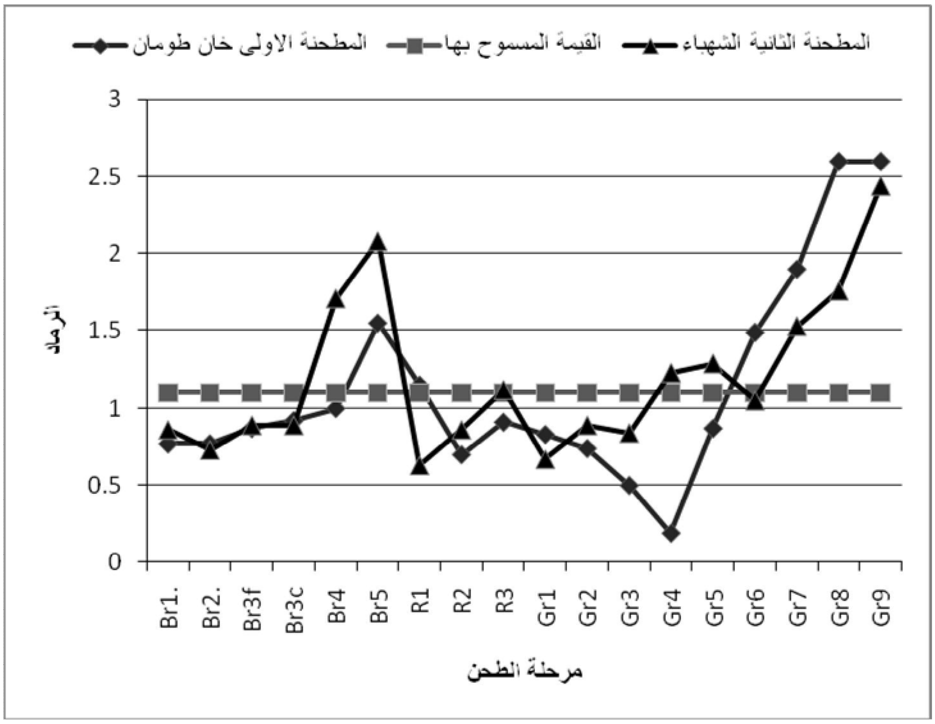
جدول (٧-١٢) الرماد الناتج لدقيق كل مرحلة طحن المطحنة الأولى خان طومان

الكسرة	Br1	Br2	Br3c	Br3f	Br4c	Br4f	Br5	R1	R2	R3
الرماد	0.77		0.92	0.87	1		1.55	1.15	0.70	0.91
الكسرة	Gr1	Gr2	Gr3	Gr4	Gr5	Gr6	Gr7	Gr8		
الرماد	0.83	0.74	0.19	0.87	1.49	1.9		2.6		

وكانت النتائج للمطحنة الثانية:

جدول(٧-١٣) الرماد الناتج لدقيق كل مرحلة طحن المطحنة الثانية الشهباء

الكسرة	Br1	Br2	Br3	Br4	Br5		R1	R2	R3	
الرماد	0.86	0.73	0.89	1.71	2.08		0.63	0.86	1.12	
الكسرة	M1	M2	M 3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	
الرماد	0.67	0.89	0.84	1.23	1.29	1.05	1.53	1.76	2.44	



الشكل (٧-١٨) مقارنة قيم الرماد للمطحنتين مع القيمة المسموح بها

ينخفض رقم الرماد في المراحل الأولى للطحن (مرحلة الكسرات)، ويزداد في المراحل اللاحقة، لذلك يجب التوجه عند رفع الاستخلاص إلى رفعه في هذه المراحل للحفاظ على خواص الدقيق.

٧-٢-٢ منحني الرماد التكاملي:

و هو منحني يوضح رقم الرماد الموافق عند كل استخلاص و يستخدم لتقييم عمل المطحنة و و ذلك بترتيب مراحل الطحن حسب قيمة الرماد تصاعدياً ثم يحسب الاستخراج الكلي، وبعدها الرماد الكلي ثم رقم الرماد كما هو مبين بالجدول(٧-١٤)،(٧-١٥):

جدول (٧-١٤) منحني الرماد التكاملي المطحنة الأولى خان طومان

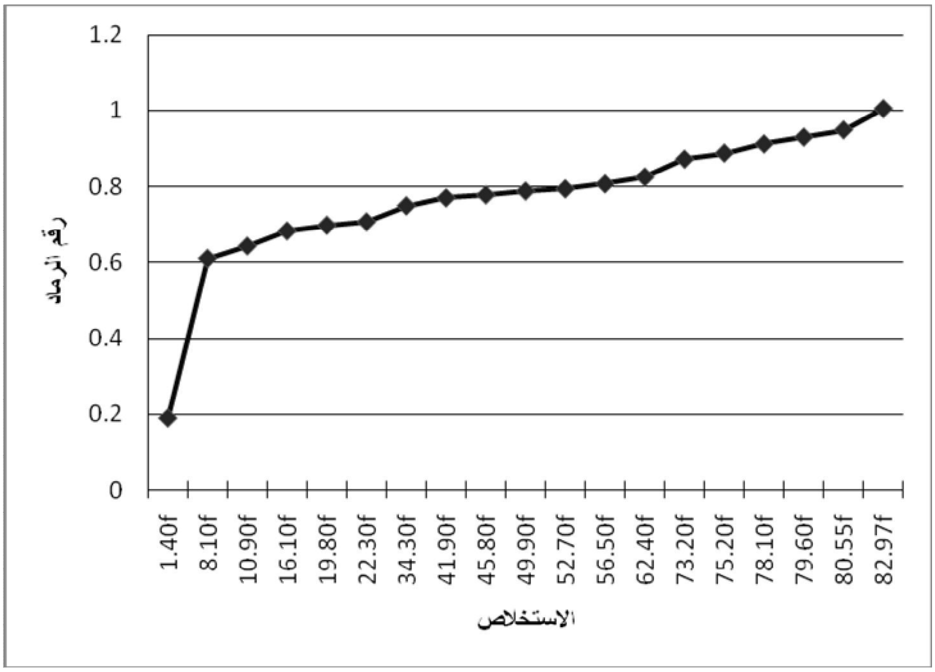
الاختبار	الرماد A	الاستخراج B	الاستخراج الكلي C=B+(C-1)	الرماد الكلي AXB	الرماد التكاملي
Gr 3	0.19	1.4%	1.4	0.27	0.190
Red 2	0.70	6.7%	8.1	4.69	0.611
Gr 2	0.74	2.8%	10.9	2.07	0.644
Br 2	0.77	5.2%	16.1	4	0.684
Grad1	0.78	3.7%	19.8	2.88	0.699
Grad2	0.78	2.5%	22.3	1.95	0.708
Gr 1	0.83	12%	34.3	9.96	0.750
Br 3f	0.87	7.6%	41.9	6.61	0.771
Gr 4	0.87	3.9%	45.8	3.39	0.779
Red 3	0.91	4.1%	49.9	3.73	0.789
Br 3c	0.92	2.8%	52.7	2.57	0.795
Br 4c	1	3.8%	56.5	3.8	0.808

0.826	5.9	62.4	5.9%	1	Br 4f
0.873	12.42	73.2	10.8%	1.15	Red 1
0.889	2.98	75.2	2%	1.49	Gr 5
0.913	4.49	78.1	2.9%	1.55	Br 5
0.931	2.85	79.6	1.5%	1.9	Gr 7
0.950	2.47	80.55	0.95%	2.6	Gr 8
1.006	7	82.97	2.42%	2.9	Vs

جدول (٧–١٥) منحني الرماد التكاملي المطحنة الثانية

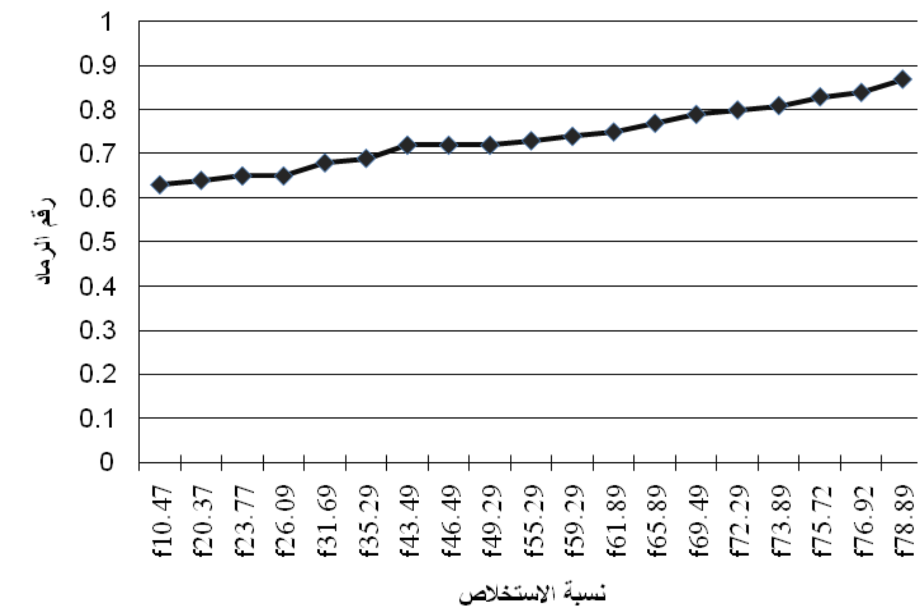
الرماد التكاملي	الرماد الكلي AXB	الاستخراج الكلي C=B+(C-1)	الاستخراج B	الرماد A	الاختبار
0.63	6.59	10.47	10.47	0.63	Red 1
0.64	6.63	20.37	9.9	0.67	M 1
0.65	2.48	23.77	3.4	0.73	Br 2
0.65	1.69	26.09	2.32	0.73	vs
0.68	4.70	31.69	5.6	0.84	M 3
0.69	3.09	35.29	3.6%	0.86	Br 1
0.72	7.05	43.49	8.2	0.86	Red 2
0.72	2.58	46.49	3	0.86	2v
0.72	2.49	49.29	2.8	0.89	Br 3
0.73	5.34	55.29	6	0.89	M 2
0.75	2.73	61.89	2.6	1.05	M 6
0.77	4.48	65.89	4	1.12	Red 3

0.79	4.42	69.49	3.6	1.23	M 4
0.80	3.61	72.29	2.8	1.29	M 5
0.81	2.25	73.89	1.6	1.53	M7
0.83	3.13	75.72	1.83	1.71	Br 4
0.84	2.12	76.92	1.2	1.76	M8
0.87	4.09	78.89	1.97	2.08	Br 5
0.90	3.41	79.6	0.77	2.74	M9



الشكل (٧-١٩) منحني الرماد التكاملي في مطحنة خان طومان

بدراسة منحني الرماد التكاملي الأول الشكل (٧-١٩) نلاحظ انخفاض الرماد في المراحل الأولى ونرى أن الوصول إلى أعلى مستويات الاستخلاص كان ممكناً مع المحافظة على قيمة الرماد المسموح به بالمواصفات القياسية السورية.



الشكل (٧-٢٠) منحني الرماد التكاملي مطحنة الشهباء

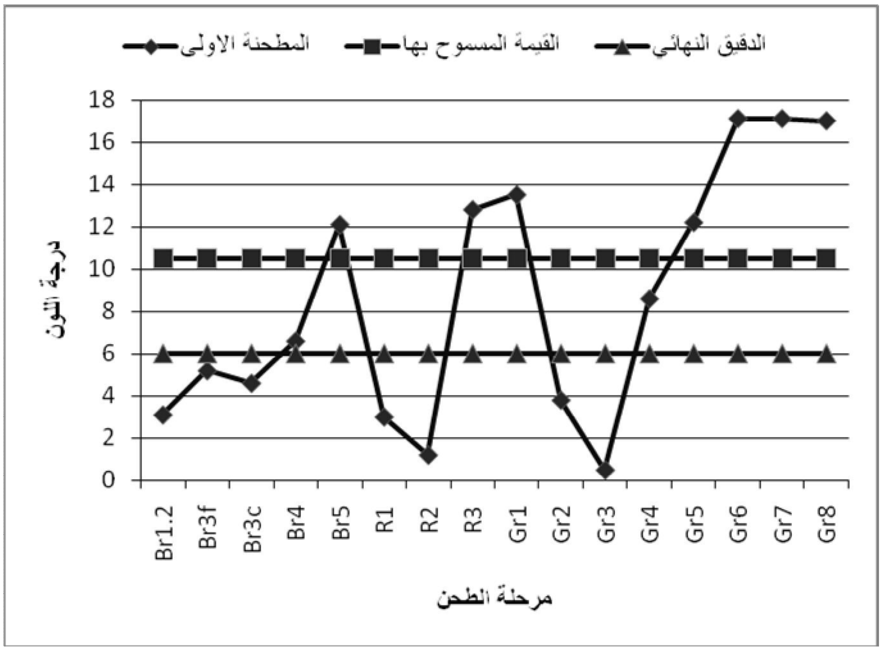
وبدراسة منحني الرماد الثاني الشكل (٧-٢٠) نلاحظ أن الرماد عند مستوى الاستخلاص نفسه أقل منه من الأول، ولكن بما أننا في دراستنا نتناول الدقيق التمويني وقيمة الرماد أيضاً ضمن المجال المسموح فلا اعتبار لهذا الفرق البسيط في الرماد، و لكن الاستخلاص في مطحنة الشهباء كان أقل بـ 4.08 % من الأول وهذا يرجح استعمال النمط الأول من ترتيب الطحن وهو مفضل اقتصادياً.

٧-٢-٣ درجة اللون:

تم أخذ القراءات عند كل مرحلة طحن لكلا المطحنتين وكانت كالتالي:

جدول (٧-١٦) اللون الناتج لدقيق كل مرحلة طحن مطحنة خان طومان

الكسرة	Br1	Br2	Br3c	Br3f	Br4c	Br4f	Br5	R1	R2	R3
اللون	3.1		5.2	4.6	6.6		12.1	3	1.2	12.8
الكسرة	Gr1	Gr2	Gr3	Gr4	Gr5	Gr6	Gr7	Gr8		
اللون	13.5	3.8	0.5	8.6	12.2	17.1		dark		

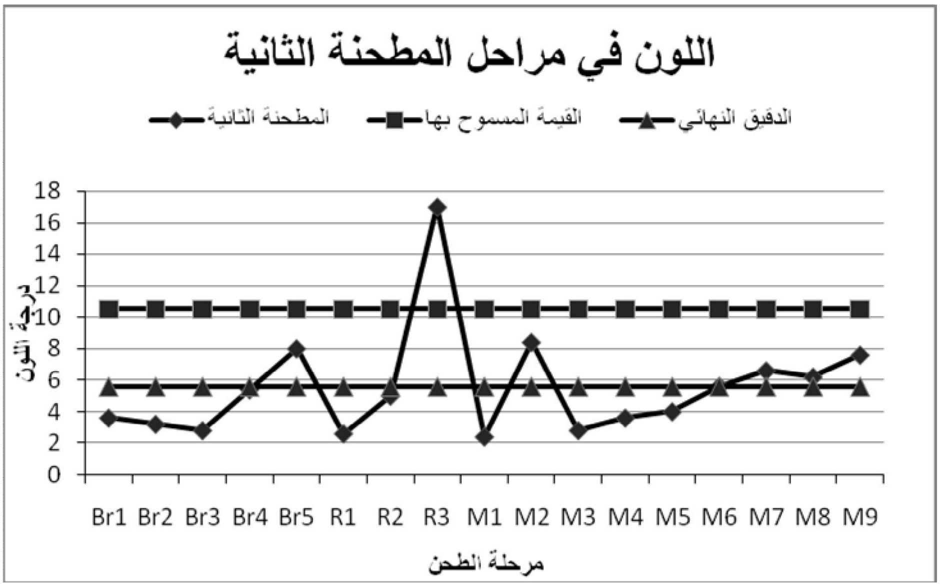


الشكل (٧-٢١) منحني اللون مطحنة خان طومان

بدراسة منحني اللون (٧-٢١) للمطحنة الأولى نلاحظ تفاوتا" في درجة اللون بحسب مرحلة الطحن، تعطي مراحل الجرش الأولى Br 1,2,3,4 ومراحل التخافيض الأولى R1,2 درجة لون منخفضة و ذلك يعود الى أن أغلب الدقيق في المراحل الأولى من الطبقات الداخلية للاندوسبيرم وهو من أفضل أنواع الدقيق، وكذلك نلاحظ ارتفاع اللون في بعض مراحل التنعيم النهائية 6,7,8 G وهو أمر غير ضار نظراً إلى نسبتها المنخفضة من مجموع الاستخلاص النهائي.

جدول (٧-١٧) اللون الناتج لدقيق كل مرحلة طحن المطحنة الثانية الشهباء

الكسرة	Br1	Br2	Br3	Br4	Br5		R1	R1	R1	
اللون	3.6	3.2	2.8	5.4	8		2.6	5	17	
الكسرة	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	
اللون	2.4	8.4	2.8	3.6	4	5.6	6.6	6.2	7.6	



الشكل (٧-٢٢) منحني اللون مطحنة الشهباء

في المخطط (٧-٢٢) نلاحظ انخفاض درجة اللون في أغلب المراحل وهذا يعود إلى انخفاض نسبة الاستخلاص النهائية للمطحنة الثانية مما يعطي جودة أفضل للدقيق الناتج.

بالمقارنة بين المخططين السابقين نستنتج أن زيادة الاستخلاص تؤدي لزيادة في درجة اللون ولكنها لا تتجاوز (0.2 درجة لون) وهي غير مؤثرة مادام الدقيق ضـــمن المواصـــفات المسموح بها.

الاستخلاص:

حساب نسب الاستخراج المئوية لكلا المطحنتين حسب الكسرة كانت كالتالي:

جدول (٧-١٨) الدقيق الناتج عن كل مرحلة طحن للمطحنة الأولى خان طومان

الكسرة	Br1	Br2	Br3c	Br3f	Br4c	Br4f	Br5	R1	R2	R3
الاستخلاص%	5.2		3	8	11		4	15	11	7.6
الكسرة	Gr1	Gr2	Gr3	Gr4	Gr5	Gr6	Gr7	Gr8	الاستخلاص الكلي	
الاستخلاص%	24	6.8	8	12	7	5.6		3.8	82.97%	

بدراسة الجدول (٧-١٨) للاستخلاصات في مراحل الطحن في مطحنة خان طومان نلاحظ ارتفاع الاستخلاص في مرحلة الكسرات وهو أمر مرغوب به تقنياً نظراً إلى جودة الدقيق الناتج عن هذه المرحلة

جدول (7-١٩) الدقيق الناتج عن كل مرحلة طحن المطحنة الثانية الشهباء									
الكسرة	Br1	Br2	Br3	Br4	Br5	R1	R1	R1	الكلي
الاستخلاص%	3.6	3.4	2.6	2	2.2	11.8	10.5	5.7	79.76%
الكسرة	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
الاستخلاص%	15	10	11.2	8	6.8	6.8	3.6	3.5	2.4

بدراسة الجدول السابق للاستخلاصات في مطحنة الشهباء نلاحظ ارتفاع الاستخلاص في مرحلة التخافيض وهو يسبب اختلاف في نوعية الدقيق مقارنة مع الدقيق الناتج في مرحلة الكسرات.

وبمقارنة الاستخلاصات لكلتا المطحنتين نلاحظ اختلاف نوعية وكمية الدقيق بحسب ترتيب الآلات وهو ما يساعد في رفع الاستخلاص من غير اللجوء إلى تبديل الآلات.

النتائج والتوصيات:

١- يوجد ازدياد ملحوظ في الاستخلاصات الجزئية عند زيادة الطول الكلي للاسطوانة وهو أمر مستحب في الكسرات الأولى لأن أجود الدقيق يمكن الحصول عليه في هذه المراحل.

٢- بزيَاْدَة سرعةِ الاسطوانة أَو تخفيض نسبة التِغذية يزداد الدقيق الناتج وترتفع طاقةِ الطحن،وتتحسن نوعية الدقيق (الرماد و اللون) بسبب التسطيح المحسن للنخالة يحسن فصل النخالة من الاندوسبيرم.

٣- بزيادة سرعةِ الاسطوانة يتناقص غلوتين الـدقيق ثـم يعـود ويـزداد بـسبب ازديـاد الاستخلاص، تزداد الحموضة بازدياد السرعة لازدياد الاستخلاص

٤- عند ازدياد في السرعة تنخفض الرطوبة لارتفاع الحرارة المتولدة عن قوى الاحتكاك لحبات القمح مع الاسطوانات

٥- يؤدي تفاوت الاسطوانات المتزايد إلى الزيادةِ في ضررِ الطحينِ النشوي، امتـصاص الطحينِ للماءِ ، واستهلاك طاقة الطحن و تدهور في نوعيةِ الطحينِ (رماد ولون).

٦- يجب زيادة في عدد الأسنان بالسم مع تقدم مرحلة الطحن و ذلك أمر مهم في التخفيض التدريجي لاندوسبيرم حبيبات القمح في المطحنة الأولى خان طومان نلاحظ اعتمـاد ازديـاد كبير ثم نقصان في الجرشة الثالثة لعدم وجود نخل بعد الجرشة الأولى . أما عند وجود نخـل في المطحنة الثانية نلاحظ ازدياد في عدد الأسنان بالسم تدريجي مع تقدم عملية الطحن.

٧- بزيادة عدد الأسنان لدرجة معينة تنقص زاوية القطع و بالتالي يتنـاقص الاسـتخلاص وهذا ما يفسر بالحرص على عدم اضافة النخالة بتقدم الطحن و ما يهـم ربـط الاسـتخلاص بمواصفات الدقيق لعدم أهمية رفع استخلاص مع تدني خواص الدقيق ، يزداد الاستخلاص في مراحل الجرش النهائية على الرغم من ارتفاع عدد الاسنان لانخفاض محتوى المادة الطحنيـة المقدمة من النخالة.

٨- تؤثر زاوية السن وعمق السن على درجة التنعيم .يرتبط العمق بزاوية وجـه الـسن وظهر السن كلما صغرت الزاوية الاجمالية للسن كلما زاد عمقه مما يؤدي الى زيـادة مقـدار السميد الذي نحصل عليه ،و كلما كبرت الزاوية قل عمق السن مما يزيد كمية الطحين الـذي نحصل عليه. زاوية وجه السن منخفضة و زاوية ظهر السن صغيرة (سن عميق)يؤدي الـى ازدياد كمية السميد الذي نحصل عليه (فعل قص)، والعكس زاوية وجه السن مرتفعة زاوية وظهر السن كبيرة يؤدي الى ازدياد كمية الدقيق الذي نحصل عليه (فعل قشط).

٩- نلاحظ تأثير ميلان خط السن غير كبير و يختلف بحسب مرحلة الطحن فمن الممكـن أن يزيد الاستخلاص أو أن ينقصه.

١٠- تأثير توضع الاسطوانات على شكل الكسر: وضعية سن لسن تعطي نـسبيا تحطمـا" جزئيا" منتظما" أو بخطوط مستقيمة. أما وضعية ظهر لظهر تعطي تحطمـا" بـشكل U مـع جزيئات أكبر و أصغر و بعضهم في مجال الحجم الوسطي.حجم التحطمات فـي الوضـعيتين

الباقيتين امتدت بينهما و أعطت انتقال من تحطمات بالخطوط مستقيمة لوضعية ســن لــسن، وقليلا الشكل Uالوضعية سن لظهر، أكثر انحناء من ظهر لسن .

١١- يزداد الاستخلاص عند التوضع ظهر لظهر في الكسرات الأربعة الأولـى و نقـصانه في الكسرة الخامسة وهذا أمر يؤثر في نوعية الدقيق و كمية إنتاجه و لهذا من الأفضل اعتماد وضعية ظهر لظهر في الكسرة الأولى و الثانية لأنها الأفضل لفتح الحبة ثم سن لــسن فــي الكسرة الثالثة و الرابعة لاطلاق الاندوسبيرم و تعود ظهــر لظهــر فــي الخامــسة لتقطيــع الاندوسبيرم.

١٢- بازدياد فجوة الطحن يتناقص الاستخلاص وذلك بسبب ازدياد حجم الكسور ثم يعــود ليزداد عندما يتجاوز ال٥مم بسبب تغير في اتجاهات قوى القص و الضغط.

١٣- نلاحظ ازدياد في اللون و الرماد عند ازدياد الفجوة ثم يعودان و يتناقصان بازديادهــا بما يتجاوز ال٥ مم. ونلاحظ تناقص في الحموضة عند ازدياد الفجوة و ازديادها بازدياد فجوة الطحن بما يتجاوز ال٥ مم.

١٤- لا يؤثر تغيير فجوة الطحن على رطوبة الدقيق أما الغلــوتين فيختلــف و يتنــاقص بازدياد فجوة الطحن.

١٥- ينخفض رقم الرماد في المراحل الأولى للطحن (مرحلــة الكــسرات)، ويــزداد فــي المراحل اللاحقة، ولذلك يجب التوجه عند رفع الاستخلاص إلى رفعه في هذه المراحل للحفاظ على خواص الدقيق.

١٦- بدراسة الاستخلاصات في كلا المطحنتين نلاحظ ارتفاع الاســتخلاص فــي مرحلــة التخافيض (في مطحنة الشهباء) وهو يسبب اختلافا" في نوعية الدقيق مقارنة مع الدقيق النــاتج مرحلة الكسرات(في مطحنة خان طومان).

١٧- تختلف نوعية وكمية الدقيق بحسب ترتيب الآلات وهو ما يساعد في رفع الاستخلاص دون اللجوء لتبديل الآلات.

١٨- يمكن الوصول إلى أعلى مستويات الاستخلاص مع المحافظــة علــى قيمــة الرمــاد المسموح به بالمواصفات القياسية السورية للدقيق التمويني.

١٩- إلغاء النخل بعد الجرشة الأولى في مطحنة خان طومان ساعد في زيادة الاســتخلاص بمقدار4.08 %. الزيادة في الاستخلاص ترجح استعمال النمط الأول والذي يتــضمن إلغــاء النخل بعد الجرشة الأولى من ترتيب الطحن وهو مفضل اقتصادياً.

٢٠- يجب رفع الاستخلاص في المطاحن الحكومية مما يحقق وفراً في التكلفة وزيادة فــي الإنتاجية عن طريق دراسة الاستخلاصات المرحلية.

٢١- يوجد تفاوت في درجة اللون بحسب مرحلة الطحن، تعطي مراحل الجرش الأولى Br 1,2,3,4 وكذلك مراحل التخافيض الأولى R1,2 درجة لون منخفضة ذلك يعـود لأن أغلـب الدقيق في المراحل الأولى من الطبقات الداخلية للاندوسبيرم وهو من أفضل أنـواع الـدقيق، وكذلك نلاحظ ارتفاع اللون في بعض مراحل التنعيم النهائية G 6,7,8 وهو أمر غيـر ضـار نظراً إلى نسبتها المنخفضة من مجموع الاستخلاص النهائي.

a. إن زيادة الاستخلاص تؤدي إلى لزيادة في درجة اللون ولكنها لا تتجاوز 0.2 درجـة اللون وهي غير مؤثرة ما دامت ضمن المواصفات القياسية السورية.

الفهرس

المراجع الأجنبية

1. LI Y.Z.; POSNER E.S., (**An Experimental Milling Technique for Various Flour Extraction Levels**) *Cereal Chem.* 66(4), 324-328.
2. IDA IDAYU M ; CHAOYING .F ; GRANT M- (**Prediction of Breakage During Roller Milling of Mixtures of Wheat Kernels , Based on Single Kernel Measurement**) *Journal Technology*, 48(F) Jun 2008: 75-83. University Technology Malaysia
3. Kazimierz Z , Paweł S; Józef G **(INFLUENCE OF ROTATIONAL SPEED OF ROLL IN A ROLLER MILL ON EFFECTS OF MAIZE GRAIN FLAKING)** *Pol. J. Food nutrition*. Sci.2007, Vol. 57, No. 2(A), pp. 219-222.
4. FANG Q.; HAQUE E.; SPILLMAN C.K., REDDY P.V.; STEELE J.L., 1998- (**Energy Requirements For Size Reduction Of wheat Using A Roller Mill**) Tr*ansactions of the ASAE American Society of Agricultural Engineers,* 41(6), 1713-1720 .
5. **Methods Wheat**: Canadian Grain Commission Methods–wheat – 2004
6. IDA I. MUHAMAD1*, CHAOYING FANG2 & GRANT M. CAMPBELL3 (**COMPARISON OF GRAIN PARTICLE SIZE DISTRIBUTION IN THE SINGLE KERNEL CHARACTERISATION SYSTEM AND DURING FIRST BREAK ROLLER MILLING**) *Journal Technology*, 44(F) Jun 2006: 41–52.
7. Werner B **(New Development in the Mill Flow Charts Grinding Process Using Eight - Roller Mills)** *Association of Operative Millers Ð Bulletin* 1993:6327-6331.
8. Dariusz D; Janusz L- **(INFLUENCE OF SELECTED FACTORS ON WHEAT GRINDING ENERGY REQUIREMENTS)** *TEKA Kom. Mot. Energ. Roln*., 2005, 5, 56-64.
9. . Siti Mazlina M. K. ;Webb C ; Hussain S. A ; Liew A- **(EFFECTS OF ROLL DIFFERENTIAL ON RECYCLE**

GRINDING SYSTEM IN FLOUR MILLING PROCESS: AT SECOND BREAK) *International Journal of Engineering and Technology*, Vol. 3, No.2, 2006, pp. 238-247.

10.. JIMENEZ GONZALEZ A.T **(Milling process of durum wheat**) *INSTITUTO DE MOLlNERlA E INDUSTRIAS CEREALISTAS-IFES* SPAIN

11.POSNER E. S and DEYOE C. W. (**Changes in Milling Properties of Newly Harvested Hard Wheat During Storage)** *Cereal Chem*. 63(5):451-456.

12.Y. Z. LI and E. S. POSNER (**Determination of Wheat Milling Potential and Its Influence on Flour Quality Deterioration Rate')** *Cereal Chem.* 66(5):365-368.

13.SCANLON M. G and DEXTER J. **E. (Effect of Smooth Roll Grinding Conditions on Reduction of Hard Red Spring Wheat Farina)** *Cereal Chem.* 63(5):43 *1-435*.

14. John H Nelson, PhD **(Wheat: its processing and utilization1)***American Journal of chemical nutrition* 41**:1070-1076.**

15. Faqir M., Abrar A; Pasha I; and Butt M. S **(MICRONUTRIENTS IN VARIOUS MILL STREAMS OF FLOUR OF DIFFERENT WHEAT CULTIVARS)** *Pak.* J. *Agri. Sci., Vol. 40(3-4), 2003* .

16.FANG Q and. Campbell(**Effect of Roll Fluting Disposition and Roll Gap on Breakage of Wheat Kernels During First-Break Roller Milling***)Cereal Chem. 79(4):518–522.*

17. Davis A.B and EUSTAGE W.D **(SCANING ELECTRON MICROSCOPE VIEWS OF MATERIAL FROM VARIOUS STAGES IN THE MILLING**) *Cereal Chem. 61(2):182-186.*

18.(Size Reduction of Particulate Material) Gordon Young, Licensed to *ERPT Educ. Reso. for Part. Techn.* **032Q-Young.**

19. Fang1 and. Campbell1,2 **(Stress-Strain Analysis and Visual Observation of Wheat Kernel BreakageDuring Roller Milling Using Fluted Rolls)** *Cereal Chem. 79(4):511–517.*

.

المراجع العربية

٢٠-**اسبيرو** زاهي أ. د- (**آلات تصنيع المنتجات الغذائية)** منشورات جامعة حلب.

٢١-**ألفين** فرحان، د. ت ــ **(تقانة طحن الحبوب)** كلية الهندسة الكيميائية والبترولية جامعة البعث.

٢٢-**عبد العزيز** حسن، **إدريس** المانع ، **أبو سلطان** شعبان، د.ت ــ **(أسس علم الحبوب)** كلية الزراعة جامعة الملك سعود.

٢٣-جدول **مواصفات منتجات الطحن وفق المواصفة القياسية السورية** رقم ١٩٢.

٢٤-محاضرة **(أهم العوامل التي تؤثر على إنتاج الدقيق كماً ونوعا)** الدكتور المهندس احمد داود المدير العام للشركة العامة للمطاحن .

Studying of the Arrangement of Wheat Milling Machines on Producing Popular Flour and His Properties (Ash-color)

Zahy Esbero, Abeer Makansy*
Dept. of Agriculture Engineering, Faculty of Mechanical Engineering,
University of Aleppo
*Postgraduate Student (MSc.)

Abstract

The study suggested a perfect work system to avoid the milling defect and to increase the extraction rate of the wheat with conservatism of popular flour properties at the range of Syrian standard properties, its include concentration the ash content and color properties, the study is a part of a global study include the influence of many parameters affecting of the milling work including effects on extraction and properties of the flour (ash- color- moister content- wet gluten- granulation- acidity).

Here we compare two different milling systems for two mills with different flow sheets, the first mill have brake one then break two without sieving between them:

Break 1- Break 2 – Sieving.

The second mill has a sieving after every stage:

Break1–Sieving - Break 2 –Sieving.

we make experiments to the products of every grinding stage of the two mills the experiments was the ash content the color the extraction rate of every stage in addition of the flour.

In the study a drawing the integral ash curves to the two mills, and discussion the relationship between the ash and the extraction and relationship between the color and the extraction.

Key word: Wheat milling- Flour extraction- Roller mill- the integral ash curve-Flour color.